

Inhaltsverzeichnis

Verwenden von Geometrischen Toleranzen	1
Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen	1
Einführung	1
Konzeptioneller Prozess zur Bewertung geometrischer Toleranzen	2
Spezifikation versus Verifizierung	2
Betrachtete und tolerierte Elemente	7
Evaluierungsphasen	7
Vergleiche mit früherer Praxis	8
Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen	8
Einführung	8
Definieren und Verwenden von Bezügen	16
Dialogfeld "Bezugsdefinition" - Verwendung und Befehlssyntax	17
Einzelne Bezüge	19
Elementtypen, die eine ebene Fläche darstellen	20
Element-Typen, die eine zylindrische Fläche darstellen	20
Allgemeine Bezüge	20
Bezugsmuster	34
Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten	35
Befehlsmodus-Syntax	35
Einfaches Beispiel	35
Komplexes Beispiel	36
Alternativer Befehlsblock 1	38

Alternativer Befehlsblock 2.....	39
Alternativer Befehlsblock 3.....	40
Alternativer Befehlsblock 4.....	40
Dialogfeld Geometrische Toleranz	41
Geometrische Toleranz (Typen).....	79
Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet	180
Freiheitsgrade, die durch einen Bezugsrahmen eingeschränkt sind	182
Bezugsberechnungstypen unter ASME Y14.5	184
Bezugsberechnungstypen unter ISO 1101	185
Bezugsmodifikatoren.....	187
Bezugsebenen mit Flächendaten nach ASME Y14.5.....	189
Bezugsebenen mit Flächendaten nach ISO 1101	190
Illustrationen von Bezugsebenen: Filterung, beste Anpassung und Orientierungsbeschränkungen	190
Bezugsebenen ohne Flächendaten.....	193
Querschnitte der Bezugsebene.....	194
Stichprobe von Bezugsebenen	195
Bezugszylinder mit Flächendaten nach ASME Y14.5	196
Bezugszylinder mit Flächendaten nach ISO 1101.....	196
Illustrationen von Bezugszylindern: Lagebeschränkungen und keine Lagebeschränkungen.....	197
Bezugszylinder ohne Flächendaten und flächenlose Achsen	199
Querschnitte der Bezugszylinder	200
Bezugsbreiten unter ASME Y14.5.....	202

Verwenden von Geometrischen Toleranzen

Bezugsbreiten unter ISO 1101	202
Bezugslöcher und -kerben	203
Bezugskegel mit Flächendaten nach ASME Y14.5	204
Bezugskegel mit Flächendaten nach ISO 1101	205
Bezugskegel ohne Flächendaten	205
Bezugskugeln mit Flächendaten nach ASME Y14.5	206
Bezugskugeln mit Flächendaten nach ISO 1101	206
Bezugskugeln ohne Flächendaten und flächenlose 3D-Punkte	207
Bezugsmuster	208
Allgemeine Bezüge: Koaxiale Zylinder	212
Allgemeine Bezüge: Versetzte parallele Ebenen	214
Bezüge mit Materialmodifikator	215
Bestimmen der Größe der Materialbegrenzung	221
Bezüge mit uneingeschränkter Lage im Vergleich zu höherrangigen Bezügen ...	229
Elementtypen mit und ohne Flächendaten	230
Einführung	230
Ebenen	231
Linien	232
Punkte	233
Zylinder	234
Kreise	234
Breiten	235
Löcher und Kerben	235

Kegel.....	236
Kugeln.....	236
Freiformelementtypen	237
Umgekehrte Elemente	238
Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl.....	238
Größenspezifikationen	239
Globale Größe.....	239
Lokale Größe	240
ISO Größenmodifikatoren	241
Bonus-Berechnungen	244
Protokoll	245
Ableitung des tolerierten Elements	246
Simultane Toleranzen.....	264
Definieren einer Simultantoleranz	265
Befehlsmodus-Syntax	265
Verhalten.....	266
Empfehlungen zur Strukturierung von Messroutinen	267
Vergleich zu früherer Praxis	267
Migration	268
Ausgabe von Ergebnissen aus geometrischen Toleranzen.....	268
Statistikdaten.....	269
Excel-Ausgabe	269
Ausdrücke	269

Verwenden von Geometrischen Toleranzen

Anmerkungen zu den Bezeichnungen des Geometrietoleranzberichts	272
Migration von XactMeasure	273
Einführung	273
Vorgeschlagener Arbeitsablauf	274
Migrationsprotokoll	275
Wichtige Hinweise	276
Optionen zur Steuerung von Migration	278
Verwenden des Größenbefehls	280
Befehlsmodi	280
Eingabeelemente	282
So bestimmen Sie das Merkmal eines Elements mit der Option GRÖSSE (SIZE):	285
Protokoll lesen	288
Unterstützte ISO 14405-1-Modifikatoren	292
F<-Auswahlmodi verwenden, um TRs zu erstellen	293
F<-Auswahlmodus (aus CAD) verwenden	293
F<-Auswahlmodus (aus Datei) verwenden	294
Hinweise zum Erstellen von TRs mit OCR	300
Fehlerbehebung bei Fehlermeldungen und Warnungen	308

Verwenden von Geometrischen Toleranzen

Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen

Einführung

Ein gefertigtes Werkstück hat funktionelle Anforderungen. Diese Anforderungen betreffen oft die Formen, Größen, Ausrichtungen und Positionen der Elemente—es handelt sich um geometrische Anforderungen. Die Elemente müssen die geometrischen Anforderungen entweder allein oder mit anderen Elementen erfüllen.

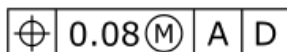
Geometrische Toleranzen geben die geometrischen Anforderungen präzise wieder. Eine Zeichnung oder ein CAD-Modell spezifiziert geometrische Toleranzen auf diese Weise:

- Toleranzrahmen (ASME Y14.5)
- Toleranzindikatoren (ISO 1101)



Anmerkung zur Terminologie: ASME-Toleranzrahmen und ISO-Toleranzindikatoren erscheinen und funktionieren ähnlich. Aus diesem Grund verwenden wir den Begriff "Toleranzrahmen", um uns auf einen der beiden Begriffe zu beziehen. Wir verwenden auch den Begriff "Geometrische Dimensionierung und Toleranznorm" (oder kurz "F<-Standard"). Dieser Begriff bezieht sich auf die beiden beteiligten Normen (ASME Y14.5 oder ISO 1101), obwohl der ISO-Begriff "geometrische Produktspezifikationen" lautet.

Ein Toleranzrahmen (TR) verwendet Zahlen und Symbole in rechteckigen Kästchen, so wie hier:



Während PC-DMIS geometrische Toleranzen nach jeder Norm überprüfen kann, ist dies am einfachsten möglich, wenn die Toleranzen nach diesen spezifischen Normen geschrieben sind:

- ASME Y14.5 1994 / 2009 / 2018
- ASME Y14.5.1 1994 / 2019
- ISO 1101 : 2012/2017
- ISO 5459 : 2011
- ISO 5458 : 1998
- ISO 14405-1 : 2010
- ISO 17450-3 : 2016
- ISO 2692 : 2014
- ISO 1660 : 2017



Anmerkung zur Terminologie: Der Kürze halber bezeichnen wir die ASME-Normengruppe als "ASME Y14.5" und die ISO-Normengruppe als "ISO 1101".

Konzeptioneller Prozess zur Bewertung geometrischer Toleranzen

Eine geometrische Toleranz schließt immer folgende Elemente ein:

- Ein oder mehrere tolerierte Elemente
- Ein Toleranzbereich für jedes tolerierte Element
- Keine oder mehrere Bezugselemente. Diese schränken ein, wie tolerierte Elemente in die Toleranzbereiche optimiert werden können.

Wenn Sie eine geometrische Toleranz bewerten, müssen Sie alle Grunddimensionen (ASME Y14.5) oder die theoretisch exakten Dimensionen (ISO 1101) kennen. Dies sind die nominalen Beziehungen zwischen allen fraglichen Elementen. Dies bedeutet, dass alle Elemente korrekte Nennwerte (NENN) haben müssen. Wenn diese falsch sind, kann PC-DMIS die geometrischen Toleranzen falsch auswerten.



Der einfachste Weg, um sicherzustellen, dass die Nominierungen korrekt sind, besteht darin, die Messroutine anhand des CAD-Modells zu konstruieren.

Spezifikation versus Verifizierung

Die ASME- und ISO-Normenfamilien für F< sind *Spezifikationsstandards*. Geometrische Toleranzen sind ein Spezifikationstyp. Die Normen definieren die Spezifikationen—was die Toleranzen bedeuten—aber sie sagen Ihnen nicht, wie Sie überprüfen können, ob Ihr Werkstück seine Spezifikation erfüllt.

In der Spezifikationswelt geht es um *perfekte* Informationen. Die Spezifikation wird in Bezug auf die gesamte tatsächliche Fläche definiert. Es gibt unendlich viele Punkte mit Null Messunsicherheit.

Die Verifikationswelt hat mit *unvollkommenen* Informationen zu tun. Die Verifizierung wird anhand der gemessenen Punkte definiert. Dies sind endliche Punkte mit Messunsicherheit. Wenn Sie Berechnungsoptionen wählen, ist es Ihr Ziel, dass die Verifizierungsberechnung ein Ergebnis liefert, das so nah wie möglich an der Spezifikation liegt. Mit anderen Worten, die Spezifikation ist das, was Sie zu messen versuchen (die "Messgrösse"), während die Messung Ihre beste Annäherung an die Spezifikation ist. Manchmal ist die beste Verifikationsberechnung ganz anders als die Spezifikationsberechnung.

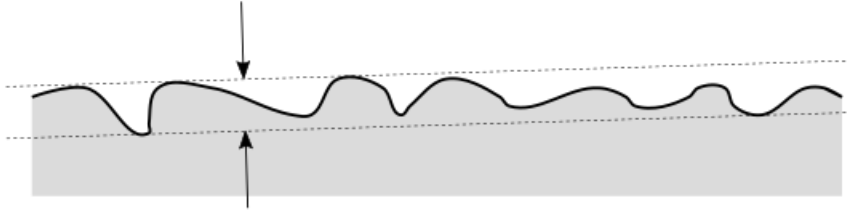
Wegen dieses Unterschieds zwischen Spezifikation und Verifikation werden Bezüge und Toleranzwerte in der Regel paarweise angegeben. Zum Beispiel gibt es sowohl tatsächliche Bezüge und gemessene Bezüge als auch tatsächliche Toleranzen und gemessene Toleranzen:

- Ist-Bezüge und Ist-Toleranzwerte werden durch die Spezifikation unter Verwendung perfekter Informationen über die tatsächliche Fläche definiert.
- Gemessene Bezüge und gemessene Toleranzwerte sind Annäherungen an tatsächliche Bezüge und Toleranzwerte, die auf gemessenen Daten basieren.

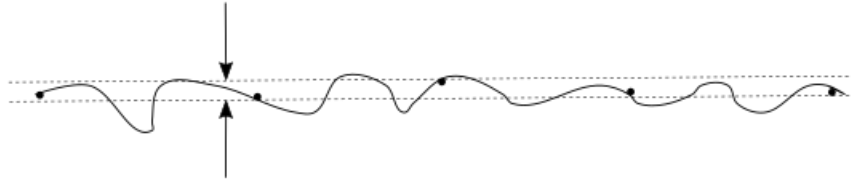
Leider gibt es keine Verifikationsstandards für F<, so dass es sehr schwierig ist, verschiedene Softwarepakete, die zur Bewertung derselben Spezifikation bestimmt sind, sinnvoll zu vergleichen. Verschiedene Softwarepakete verwenden unterschiedliche Algorithmen zur Annäherung der tatsächlichen Bezüge und Toleranzwerte, so dass sie unterschiedliche gemessene Bezüge und unterschiedliche Messwerte erhalten.

Zum Beispiel basiert die tatsächliche Geradheit einer Linie auf perfekten Informationen über die Fläche. Die gemessene Geradheit basiert auf den gemessenen Punkten. Die gemessene Geradheit kann kleiner als die tatsächliche Geradheit sein, wenn die tatsächlichen Hoch- und Tiefpunkte nicht gemessen werden. Alternativ kann die gemessene Geradheit größer als die tatsächliche Geradheit sein, wenn die Unsicherheit der gemessenen Punkte groß ist.

Unten sehen Sie eine Abbildung der tatsächlichen Geradheit einer Fläche. Der gesamte tatsächliche Flächenquerschnitt muss zwischen zwei parallelen Linien liegen, wobei der Abstand zwischen den Linien minimal ist. Der Abstand zwischen den Linien ist der Ist-Wert.



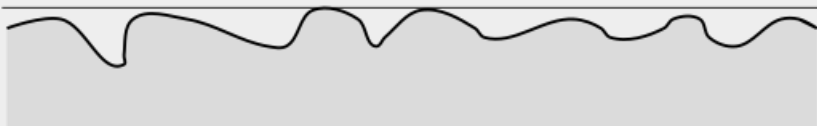
Unten sehen Sie eine Abbildung der gemessenen Geradheit einer Fläche. Die gemessenen Punkte auf dem Flächenquerschnitt müssen zwischen zwei parallelen Linien liegen. Der Abstand zwischen den Linien ist der Messwert. Die dünne durchgezogene Linie stellt die tatsächliche Fläche dar (perfekte Information), während die kleinen Punkte die gemessenen Flächenpunkte darstellen (unvollkommene Information). In diesem Fall wurden zu wenige Punkte gemessen, so dass der gemessene Wert kleiner als der Istwert ist.



In der Spezifikationswelt sagt uns ISO 5459 : 2011, dass eine primäre Bezugsebene als eine beschränkte Min-Max-Ebene definiert ist. Die Ebene liegt außerhalb vom Material. Sie berührt mindestens einen Hochpunkt, und minimiert die Abweichungen zu den Tiefpunkten (nach Filterung der Fläche).

Wenn wir in der Verifikationswelt unsere Punkte dicht (viele Punkte) gemessen haben und wir eine viel geringere Messunsicherheit als den Formfehler haben, dann ist der beste Algorithmus in dieser Verifikationssituation ein eingeschränkter Min-Max-Algorithmus. Dieser Algorithmus stellt sicher, dass unsere gemessene Bezüge so genau wie möglich mit der angegebenen Bezugsebene übereinstimmen. Wenn andererseits in der Welt der Verifikation unsere gemessenen Punkte eine größere Messunsicherheit haben als der Formfehler (dies ist häufig der Fall), dann sollten wir wahrscheinlich einen einfachen (nicht eingeschränkten) Algorithmus der kleinsten Quadrate verwenden. Das liegt daran, dass fast der gesamte gemessene Formfehler in Wirklichkeit ein Messfehler ist, so dass der Kontakt mit den Hochpunkten dazu führt, dass die Bezugsebene weit von der tatsächlichen Fläche entfernt ist. In diesem Fall ist die einfache Option mit den kleinsten Quadraten die bessere Wahl.

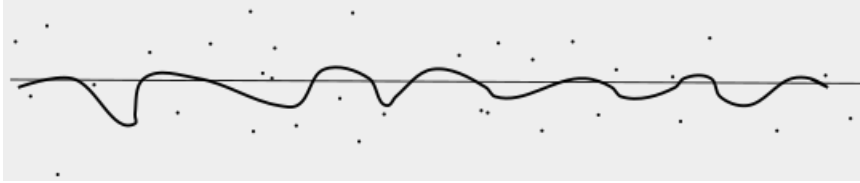
Unten sehen Sie ein Beispiel für eine primäre Bezugsebene, die Formfehler enthält. Der tatsächliche Bezug nach ISO 5459 : 2011 wird durch die dünne gerade Linie dargestellt.



Unten ist ein Beispiel für diese primäre Bezugsebene, die von einem Sensor gemessen wurde, wobei jeder gemessene Punkt eine große Messunsicherheit aufweist. Die durchgezogene Wellenlinie stellt die tatsächliche Fläche dar. Wenn Sie die Spezifikationsberechnung (eingeschränktes Min-Max nach der Hohlraumfilterung) verwenden, ist der gemessene Bezug sehr weit vom tatsächlichen Bezug entfernt, wie die dünne Gerade zeigt.



Unten ist ein Beispiel für denselben primären Bezug, mit denselben gemessenen Punkten, aber unter Verwendung der einfachen (nicht eingeschränkten) Berechnungsmethode der kleinsten Quadrate. Dieser gemessene Bezug ist eine viel bessere Annäherung an den tatsächlichen Bezug.



Häufig müssen Sie bei der Verifizierung möglicherweise andere Algorithmen verwenden als die Spezifikation verwendet. Aus diesem Grund bieten Ihnen geometrische Toleranzbefehle *Berechnungsoptionen*, mit denen Sie steuern können, welche Algorithmen für die Verifizierung verwendet werden. Möglicherweise fällt es Ihnen schwer, die besten Berechnungsoptionen auszuwählen. Die einzige Möglichkeit, wirklich sicher zu sein, dass Sie die besten Berechnungsoptionen gewählt haben, ist eine sorgfältige Studie.

Empfohlene Schritte für eine sorgfältige Studie

1. Nehmen Sie mehrere tatsächliche Werkstücke, die die Vielzahl der Fehler repräsentieren, die der Herstellungsprozess produzieren kann.
2. Messen Sie alle Werkstücke mit vielen Querschnitten in hoher Dichte und verwenden Sie Geräte, die eine wesentlich geringere Messunsicherheit als der Formfehler bieten.
3. Wählen Sie Berechnungstypen, die der Spezifikation sehr nahe kommen.
4. Messen Sie die gleichen Werkstücke so, wie Sie Ihre Werkstücke in der Produktion tatsächlich messen wollen. Verwenden Sie die gleichen Sensoren und Messstrategien, die Sie verwenden möchten.
5. Wählen Sie eine Vielzahl von Berechnungstypen aus und vergleichen Sie, wie gut diese Berechnungstypen sich an Ihre dichten und hochgenauen Messungen annähern. So können Sie die Kombination der Berechnungstypen auswählen, die der Spezifikation am nächsten kommt.

Normalerweise hängt die beste Berechnungsoption vom Verhältnis zwischen Ihrer Messunsicherheit und Ihrem Formfehler ab. Wenn die Messunsicherheit viel größer als der Formfehler ist, dann können Sie mit Ihrem Sensor ohnehin nicht den tatsächlichen Formfehler messen, und es ist am besten, etwas Einfaches wie die Option mit den kleinsten Quadraten für die Berechnung von Bezug und Elementen zu wählen. Wenn andererseits die Messunsicherheit viel kleiner als der Formfehler ist, dann ist es am besten, Berechnungstypen zu wählen, die der Spezifikation sehr nahe kommen.



Die Diskussion darüber, wie man Berechnungstypen auswählt, ist völlig getrennt von der Frage, ob Ihr Sensor in der Lage ist, Ihre Spezifikationen zu überprüfen. Dieses komplexe Thema wird in dieser Dokumentation nicht behandelt. Es ist jedoch von entscheidender Bedeutung, dass Verifikationsingenieure Sensoren und Messstrategien auswählen, die bei den gewählten Berechnungstypen genau genug sind, um die Spezifikation zu verifizieren.

Betrachtete und tolerierte Elemente

Es besteht ein Unterschied zwischen betrachteten Elementen und tolerierten Elementen.

Ein betrachtetes Element ist eine gemessene Fläche, die die kontrollierte Fläche darstellt. Sie messen die betrachteten Elemente in Ihrer Messroutine. Ein betrachtetes Element ist, in der Sprache von ISO 1101, die Messung eines realen integralen Elements. Wenn Sie den geometrischen Toleranzbefehl verwenden, wählen Sie die betrachteten Elemente für jede Toleranz aus.

Das tolerierte Element ist das, was innerhalb des Toleranzbereichs liegt. Das Toleranzelement ist manchmal die betrachtete Elementfläche. Manchmal ist es etwas, das von der betrachteten Elementfläche abgeleitet ist. Es kann z. B. die Achse des Hüllements ohne Bezug (ASME Y14.5) oder die extrahierte Medianlinie (ISO 1101) sein. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Evaluierungsphasen

Die eigentliche Evaluierung einer geometrischen Toleranz besteht dann aus mehreren Phasen:

1. Messung der Flächen der betrachteten Elemente und der Flächen der Bezüge
2. Berechnung der Bezüge in ihrer hierarchischen Rangfolge
3. Herstellung des tolerierten Elements aus dem betrachteten Element nach Bedarf
4. Evaluierung jedes tolerierten Elements innerhalb seines Toleranzbereichs. Dies unterliegt den Beschränkungen der Bezüge.

5. Protokollierung des evaluierten Ergebnisses

In den meisten Fällen sind Sie für Phase 1 dieses Evaluationsprozesses verantwortlich. Der geometrische Toleranzbefehl von PC-DMIS behandelt die anderen Phasen auf eine Weise, die ASME Y14.5 oder ISO 1101 entspricht.

Da Sie für die Phase 1 dieses Evaluierungsprozesses verantwortlich sind, müssen Sie die Flächen dicht genug und mit genügend Querschnitten messen, so dass die gemessenen Bezüge und Messwerte den tatsächlichen Bezügen und Istwerten nahe kommen können. Dies bedeutet, dass Sie die Spezifikationen, die Stärken und Schwächen Ihrer Messausrüstung und die Fehlerarten, die Ihr Fertigungsprozess erzeugen kann, genau verstehen müssen.

Vergleiche mit früherer Praxis

PC-DMIS 2020 R2 führte den Befehl für geometrische Toleranz ein. Davor verfügte PC-DMIS über einige TR-Funktionen, die ältere Standards unterstützten und die begrenzter waren.



Anmerkung zur Terminologie: In dieser Dokumentation werden die alten Fähigkeiten als "XactMeasure" bezeichnet. Dies liegt daran, dass in früheren Versionen von PC-DMIS das Dialogfeld für die Steuerung von Elementen den Text "XactMeasure" in der Titelleiste hatte. Der aktuelle geometrische Toleranzbefehl hat den Text "Geometrische Toleranz".

In dieser Dokumentation finden sich mehrere Vergleiche mit der bisherigen Praxis. Sie vergleichen die Fähigkeiten und das Verhalten von XactMeasure mit den Fähigkeiten und dem Verhalten des geometrischen Toleranzbefehls.

Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen

Einführung

Ab PC-DMIS 2023.2 müssen Sie beim Erstellen einer neuen Messroutine im Dialogfeld **Neue Messroutine** die entsprechende F<-Norm auswählen (siehe "Erstellen neuer Messroutinen" in der Dokumentation von PC-DMIS Core). PC-DMIS übernimmt die von Ihnen gewählte F<-Norm (ASME Y14.5 1994, ASME Y14.5 2009, ASME Y14.5 2018 oder ISO 1101 2012/2017) für alle geometrischen Toleranzen und Größenbefehle, die

Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen

Sie in Ihrer neuen Messroutine erstellen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt "Vergleich zu früheren Praktiken - Bezugnahme auf die F<-Norm" weiter unten.

In den meisten Fällen empfehlen wir für Ihre Messroutine eine einfache Struktur wie diese:

1. Konstruieren Sie eine anfängliche Ausrichtung, um das Teil im 3D-Raum zu finden. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel "Erstellen und Verwenden von Ausrichtungen" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.
2. Messen Sie alle betrachteten Elementflächen und Bezüge von Elementflächen.
3. Definieren Sie die Bezüge mit Hilfe von Befehlen zur Definition von Bezügen.
4. Definieren Sie die angegebenen Größentoleranzen und geometrischen Toleranzen mit Hilfe von geometrischen Toleranzbefehlen.
5. Definieren Sie beliebige simultane Toleranzen mit simultanen Toleranzbefehlen.

Sie müssen die Größentoleranzen und geometrischen Toleranzen für Bezüge vor allen geometrischen Toleranzen erstellen, die sich auf diese Bezüge beziehen. Das liegt daran, dass geometrische Toleranzen, die sich auf einen Bezug beziehen, häufig über alle Größentoleranzen und geometrischen Toleranzen an diesem Bezug informiert sein müssen. Wenn Sie später Größentoleranzen an einem Bezug bearbeiten, stellen Sie bitte sicher, dass alle nachfolgenden geometrischen Toleranzen, die sich auf diesen Bezug beziehen, die richtigen Größentoleranzinformationen für den Bezug haben. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.



Wenn Sie die oberen oder unteren Toleranzen eines Elements im Bearbeitungsfenster oder im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** (Registerkarte **Toleranzrahmen-Merkmal** oder **Nennwerte**) ändern und dasselbe Element als Bezug oder als betrachtetes Element verwendet wird, zeigt PC-DMIS eine Meldung an, in der Sie gefragt werden, ob Sie dieselben Änderungen auf alle nachfolgenden Befehle anwenden möchten, die auf dieses Element verweisen.

Zum Beispiel:

Toleranzen

Größentoleranz für ZYL1 wurde geändert . Möchten Sie die gleiche Änderung auf alle nachfolgenden Befehle anwenden, die sich auf ZYL1 beziehen?

Ja Nein

Wenn Sie auf **Ja** klicken, aktualisiert PC-DMIS die Größentoleranzen für alle Befehle zur Geometrischen Toleranz unterhalb der Cursorposition, die sich auf dasselbe Element entweder als betrachtetes Element oder Bezug beziehen.

Wenn Sie auf **Nein** klicken, aktualisiert PC-DMIS nur die bearbeitete Größentoleranz. PC-DMIS aktualisiert keine der entsprechenden Größentoleranzen für die damit verbundenen Befehle zur geometrischen Toleranz unterhalb der Cursorposition, die dasselbe bearbeitete Element entweder als betrachtetes Element oder Bezug verwenden.

Wir raten davon ab, den geometrischen Toleranzbefehl durch Kopieren/Einfügen oder Einfügen-mit-Muster zu replizieren. Es gibt einige Fälle, in denen es funktioniert, und es gibt andere Fälle, in denen Einfügen-mit-Muster grundsätzlich nicht korrekt funktionieren kann. Aus ähnlichen Gründen empfehlen wir auch nicht, den geometrischen Toleranzbefehl in eine Schleife zu setzen: In einigen Fällen funktioniert er, und in anderen Fällen kann er niemals funktionieren. Es ist in Ordnung, die gesamte Messroutine in eine Schleife zu setzen.

Vergleich zu früheren Praktiken - Bezugnahme auf die F<-Norm

In der Vergangenheit war es mit XactMeasure möglich, Toleranzrahmen-Befehle zu erstellen, die innerhalb derselben Messroutine auf verschiedene F<-Normen verweisen. Sie können die referenzierte F<-Norm auch innerhalb des Befehls umschalten. Frühere Versionen des Geometrische Toleranzbefehls unterstützten dieses Verhalten auch für Migrationszwecke. Es ist jedoch nicht sinnvoll, F<-Normen

Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen

innerhalb derselben Messroutine zu mischen. Das liegt daran, dass die Werkstücke nur nach einer einzigen Norm konstruiert werden.

Aus diesem Grund ist es ab PC-DMIS 2023.2 nicht mehr möglich, innerhalb einer Messroutine sowohl auf ASME- als auch auf ISO-Normen zu verweisen.

Vergleich mit früherer Praxis - Abhängige Elemente

In der Vergangenheit mussten Sie aufgrund der Einschränkungen von XactMeasure oft Befehle für abhängige Elemente verwenden. Dies waren Mittelebenen, Schnittlinien und so weiter. Sie benutzten sie entweder als betrachtete Elemente oder als Bezugselemente.

Bei Geometrischen Toleranzen sind jedoch die meisten Befehle für abhängige Elemente im Weg. Abhängige Elemente können eine Geometrische Toleranz daran hindern, die gemessene Fläche zu verstehen. In diesen wenigen Fällen ist es jedoch sinnvoll, einen Befehl für abhängige Elemente zu verwenden:

- Abhängige Breitenbefehle sind notwendig, um ein Breitenelement (ASME Y14.5) oder entgegengesetzt parallele Ebenenelemente (ISO 1101) darzustellen. Dies liegt daran, dass es in PC-DMIS noch keinen Befehl Auto-Breite gibt. Befehle für abhängige Breiten behalten alle Flächendaten bei, so dass sie den geometrischen Toleranzbefehl nicht behindern.
- Abhängige Satzbefehle sind manchmal notwendig. Wenn alle Eingaben gemessene Flächen darstellen, behalten abhängige Sätze alle Flächendaten und behindern somit nicht den geometrischen Toleranzbefehl.
- In seltenen Fällen ist es sinnvoll, ein Element mit separaten Punktbefehlen wie Vektorpunkten zu messen. Sie können dann ein Besteinpassung-Neukompensierung-Element (BENEUKO) aus den Vektorpunkten konstruieren. Das konstruierte Element behält die Flächendaten bei, so dass der geometrische Toleranzbefehl nicht behindert wird.



Obwohl Sie bei Besteinpassungs- (BE) oder Besteinpassungs-Neukompensierungs(BENEUKO)-Erstellungen als Eingabeelemente einen beliebigen Elementtyp verwenden können, werden BE- und BENEUKO-Einpassungstypen normalerweise mit Punktelelementen oder mit Punktmengen verwendet (einem Punktescan, einer Elementmenge mit Punkten oder einem Ausdruck, der in einen Array aus Punkten zerfällt).

Für Details zur Verwendung der Methoden Besteinpassung und Besteinpassungs-Neukompensierung zur Konstruktion von Elementen siehe das Thema "Verständnis von Besteinpassung (BE)- und Besteinpassungs-Neukompensierung (BENEUKO)-Konstruktionen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

- In seltenen Fällen kann es sein, dass ein betrachtetes Element oder Bezugselement eine abgeleitete Geometrie sein müssen. Dies bedeutet, dass es keine Fläche hat. Ein Beispiel hierfür ist der minimale Hüllkreis, der drei Stifte enthält, in ASME Y14.5 2018 Bild 7-42 (b). In solchen Fällen besteht die einzige Möglichkeit, dem geometrischen Toleranzbefehl die spezifizierte Absicht zu vermitteln, darin, ein Element zu konstruieren, das keine Flächendaten besitzt. Wenn Sie dies tun, sind Sie für die Einhaltung der geltenden Normen verantwortlich.

Der geometrische Toleranzbefehl verwendet abhängige Elemente ohne Flächeninformationen auf diese Weise:

- Als das tolerierte Element
- Als voraufgelöstes Bezugselement (Situationsmerkmal in ISO 5459)

In solchen Fällen übernehmen Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Evaluationsprozesses. Es liegt in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Normen zu konstruieren. Informationen über den konzeptionellen Evaluationsprozess finden Sie unter "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" in der Dokumentation von PC-DMIS Core. Informationen darüber, welche Elementtypen über Bezüge und nicht über Flächendaten verfügen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Vergleich mit früherer Praxis - Messdaten in Querschnitten

Bestimmte Arten von geometrischen Toleranzen erfordern die Evaluierung der Messdaten in Querschnitten. Betrachten Sie beispielsweise die Spezifikation der Achsengeradheit eines Zylinders. Aus diesen Gründen müssen Sie den Zylinder in mehreren Querschnitten messen:

- Um den Mittelpunkt jedes Querschnitts zu berechnen
- Um die Achsengeradheit der Mittelpunkte der Kreise zu bewerten

Für den XactMeasure-Befehl mussten Sie mehrere Kreisbefehle messen. Diese waren möglicherweise untergeordnete Elemente einer Abtaststrategie. Sie mussten dann eine 3D-Besteinpassungs-(BE)-Linie durch die Kreismittelpunkte konstruieren. Schließlich erstellten Sie eine XactMeasure-Achsengeradheitstoleranz auf der BE-Linie.

Mit dem geometrischen Toleranzbefehl müssen Sie nicht mehr so viele Schritte durchlaufen. Jetzt messen Sie den Zylinder (mit oder ohne Messstrategie). Dann bewerten Sie die Geradheit der Achse am Zylinder. Der geometrische Toleranzbefehl teilt die Daten automatisch in Querschnitte ein (basierend auf der Verteilung der Punkte). Dann berechnet er den Mittelpunkt jedes Kreises und bewertet die Geradheit auf den Mittelpunkten.

Ab PC-DMIS 2025.1 wurde die automatische Schnittbildung des Befehls für geometrische Toleranzen erheblich verbessert, sodass nun eine größere Bandbreite unterschiedlicher Punktverteilungen innerhalb eines Elements unterstützt wird und dennoch Querschnitte berechnet werden können. Diese Verbesserung war in erster Linie für Elemente gedacht, die mit einem Lasersensor gemessen wurden, wird jedoch auf alle Sensortypen angewendet, um mehr Flexibilität zu ermöglichen. Laserdaten sind selten in saubere Querschnitte unterteilt, und unsere bisherigen Möglichkeiten zur Querschnittsbildung schränkten die Arten von auswertbaren Toleranzen ein. Beispielsweise konnten bisher Rundheit, Rundlauf oder Geradheit (Fläche oder Achse) eines mit dem Lasersensor gemessenen Zylinders nicht ausgewertet werden, da in der Regel keine sauberen Querschnitte vorhanden waren. In den meisten Fällen ist die verbesserte Querschnittsfunktionalität nun in der Lage, automatisch lineare oder zirkulare Querschnitte aus beliebigen Punktmustern zu extrahieren, sofern die Elemente mit ausreichender Punktdichte gemessen wurden. Dies kann jedoch in bestimmten Fällen zu unerwünschtem Verhalten führen. Beispielsweise sind für jeden kreisförmigen Querschnitt mindestens drei Messpunkte erforderlich, die sich über einen Mindestwinkel von 90 Grad erstrecken. Das bedeutet, dass diese extremen Fälle fehlschlagen können:

- Elemente mit sehr spärlichen Messpunkten.
- Elemente mit spiralförmigen Trefferverteilungen, die nur eine oder sehr wenige Umdrehungen und eine steile Steigung aufweisen (Adaptive Spiral-

Scan-Zylinder, Auto-Zylinder oder Auto-Kegel mit angewandter Steigung, konstruierte BE/BENEUKO-Zylinder oder -Kegel, manuell gemessene Kegel oder Zylinder).

- Elemente mit teilweiser Abdeckung.

Im Allgemeinen gilt: Wenn Sie sicherstellen möchten, dass der Befehl für geometrische Toleranzen die Daten genau nach Ihren Vorgaben in Querschnitten unterteilt, sollten Sie die Daten in Querschnitten messen (wie es in früheren PC-DMIS-Versionen erforderlich war). Für manuelle Geräte (wie tragbare Messarme) wird empfohlen, Auto-Auslöser zu verwenden, um die Datenerfassung in einem Querschnitt gezielt zu steuern. Dies trägt auch dazu bei, die Konsistenz zu wahren, wenn mehrere Benutzer das Gerät verwenden.

Vergleich mit früherer Praxis - Betrachtete Elemente und Messdaten

Mit dem geometrischen Toleranzbefehl hat jedes betrachtete Element einen Messwert. In einigen Fällen unterscheidet sich dieser vom Verhalten von XactMeasure.

Nehmen Sie zum Beispiel eine Flächenprofiltoleranz von drei Kreisen. In XactMeasure ergab dies nur einen Messwert. Aber mit einem geometrischen Toleranzbefehl liefert es nun drei Messwerte.

Das heißt, wenn Sie nur einen einzelnen Messwert wünschen, müssen Sie einen Satz der Eingabe-Elemente konstruieren und den Satz als betrachtetes Element definieren.

Wir haben dieses neue Verhalten gewählt, weil es mehr Flexibilität bei der Meldung von Messwerten bietet. Einzelne Messwerte sind weiterhin mit einem abhängigen Satz verfügbar. Aber separate Messwerte sind auch dort verfügbar, wo sie vorher nicht vorhanden waren.

Vergleich zu früherer Praxis - ISO-Berechnungstypen

In PC-DMIS-Versionen vor 2025.1 standen bei Auswahl von ISO 1101 als F<-Standard die folgenden drei Berechnungsmethoden für den Befehl zur geometrischen Toleranz zur Verfügung:

- **FEATURE_MATH** - Dieser Berechnungstyp bestimmt, welche Berechnung (**DEFAULT** oder **LSQ**) PC-DMIS für Bezugselemente verwendet. PC-DMIS wendete diese Methode sowohl auf die Größenberechnung als auch auf die Berechnung des betrachteten Elements zur Überprüfung der zugehörigen geometrischen Toleranzangabe an.

- **DATUM_MATH** - Dieser Berechnungstyp bestimmt, welche Berechnung (**DEFAULT**, **LSQ** oder **CL2**) PC-DMIS für Bezugselemente verwendet. PC-DMIS wendet ihn sowohl auf die Berechnung der Bezugsgröße als auch auf die Bezugsanpassung an.
- **TOLERANCE_ZONE_MATH** - Dieser Berechnungstyp bestimmt, welche Berechnung (**DEFAULT** oder **LSQ**) PC-DMIS für Form- oder Profilberechnungen verwendet.

Wenn Sie die Berechnungsmethode des Elements änderten oder Ihre Toleranz das betrachtete Element bei MMC/LMC referenzierte, wirkte sich dies ebenfalls auf die ausgegebene Größenangabe aus (Einzelheiten dazu finden Sie im Thema "Bewertung der Größe mit dem Befehl für geometrische Toleranz" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS). Dies erleichterte die manuelle Überprüfung von Bonusberechnungen, da alle relevanten Größeninformationen im Bericht dargestellt wurden.

Gemäß der Unabhängigkeitsregel (siehe ISO 8015) dürfen nach ISO alle Merkmale einer geometrischen Toleranz unabhängig voneinander berechnet werden. Ab PC-DMIS 2025.1 übernimmt der Befehl für geometrische Toleranzen folgende Änderungen:

- **SIZE_MATH** - Dies ist eine neue Berechnungsmethode, die PC-DMIS verwenden kann, um zu bestimmen, wie die Größe des Elements berechnet wird. You can select **DEFAULT**, **LSQ**, or add an ISO modifier. Weitere Details zum Hinzufügen eines ISO-Modifikators finden Sie im Abschnitt "ISO-Größenmodifikatoren" des Themas "Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl bewerten" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.
- **FEATURE_MATH** – Dieser Berechnungstyp bestimmt lediglich die Art und Weise, wie das betrachtete Merkmal zur Vergleichung mit der geometrischen Toleranzspezifikation berechnet wird. Sie können zwischen **STANDARD**, **LSQ** wählen oder einen ISO-zugehörigen Toleranzelement-Modifikator zur Toleranzsektion des Toleranzrahmens hinzufügen.
- **DATUM_MATH** - Dieser Berechnungstyp bestimmt, welche Berechnung (**DEFAULT**, **LSQ** oder **CL2**) PC-DMIS für Bezugselemente verwendet. PC-DMIS wendet ihn sowohl auf die Berechnung der Bezugsgröße als auch auf die Bezugsanpassung an.
- **TOLERANCE_ZONE_MATH** - Diese Berechnungsmethode trennt Form- und Profil-Toleranzen, wie unten beschrieben:

- Formtoleranzen – Sie können zwischen **DEFAULT**, **LSQ** wählen oder einen ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikator zur Toleranzsektion des Toleranzrahmens hinzufügen.
- Profiltoleranzen (ohne Bezug auf ein Bezugsmerkmal) – Sie können zwischen **STANDARD** und **LSQ** wählen.

Je nach Kombination der ausgewählten Berechnungstypen oder Modifikatoren kann es sein, dass eine manuelle Überprüfung der Bonusberechnungen nicht mehr in jeder Situation möglich ist. PC-DMIS verwendet stets die zutreffende Umschließungshülle (E), um ISO-Bonuswerte zu ermitteln. Diese Größe erscheint jedoch möglicherweise nicht im Bericht, wenn ein alternativer Größenmodifikator ausgewählt wurde.

Weitere Informationen finden Sie in ISO 1101:2017, Abschnitt 8.2.2.2.2 (Spezifikationselement des zugeordneten Toleranzelements) und 8.2.3.1 (Spezifikationselement des zugeordneten Bezugselements). Siehe auch Abschnitte "Ableitung des tolerierten Elements" und "Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Definieren und Verwenden von Bezügen

Die meisten geometrischen Toleranzen beziehen sich auf einen oder mehrere Bezüge. Ein Bezug besteht aus einem Bezugspunktbezeichner, der sich auf ein oder mehrere Bezugselemente bezieht. Ein Bezugspunktbezeichner ist in der Regel ein einzelner Bezugsbuchstabe wie A oder D, kann aber auch eine Folge von bis zu drei Buchstaben sein. In PC-DMIS kann sich ein Bezugsbezeichner auf jedes dieser Merkmale beziehen:

- Ein Einzelement, wie z. B. eine Ebene, eine Linie, ein Punkt, ein Zylinder, ein Kreis, ein Kegel, eine Kugel oder eine Breite—dies wird oft als ein *Einzelbezug* bezeichnet.
- Ein Muster von Elementen gleicher Größe, die alle die gleiche Nenngröße und Größentoleranz haben; dieser Fall ist auf Zylinder, Kreise, Kugeln und Breiten beschränkt—wird oft als *Bezugsmuster* bezeichnet.



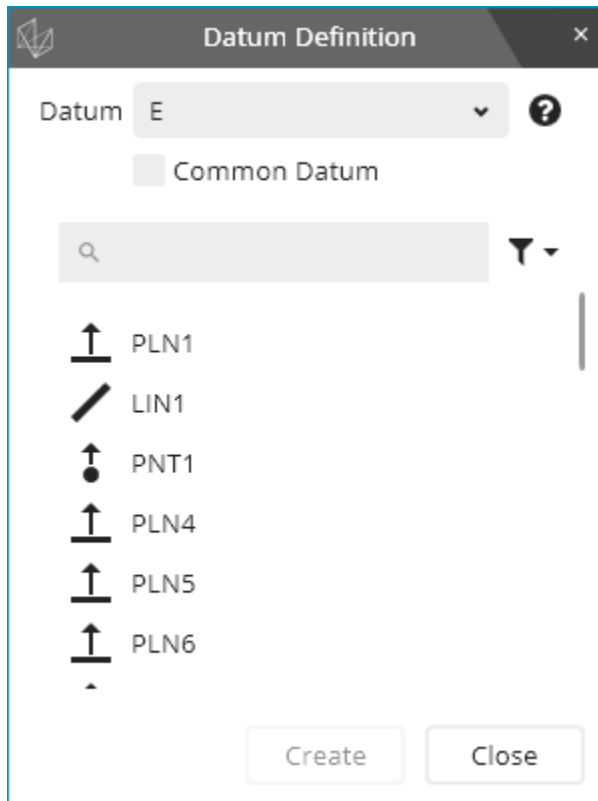
Mit PC-DMIS können Sie nur eine einzige 1D-Breite als Bezug verwenden. Sie können keine Muster von 1D-Breiten als Bezug verwenden.

Eine geometrische Toleranz kann sich auf zwei oder mehrere Bezugspunktbezeichner gleichzeitig beziehen, indem sie mit einem Bindestrich verbunden wird, z. B. C-D; dies wird oft als allgemeiner Bezug bezeichnet. PC-DMIS unterstützt viele Kombinationen allgemeiner Bezüge. Weitere Informationen finden Sie unter "Allgemeine Bezüge".

Dialogfeld "Bezugsdefinition" - Verwendung und Befehlssyntax

Bevor Sie eine Bezugsreferenz verwenden können, müssen Sie sie in Ihrer Messroutine definieren. Dies können Sie mit dem Befehl Bezugsdefinition ([DATDEF](#)) tun. Um eine Bezugsreferenz zu definieren und diesen Befehl zu erstellen, wählen Sie im Menü **Einfügen | Merkmal | Bezugsdefinition**.

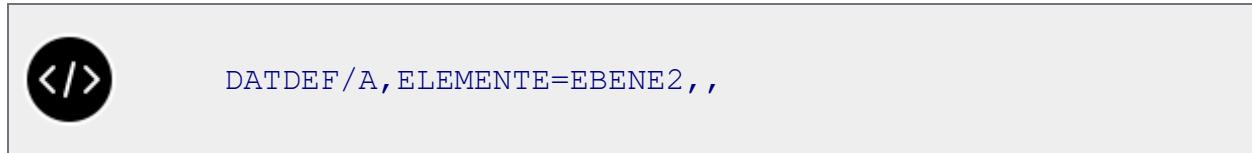
Das Dialogfeld **Bezugsdefinition** wird eingeblendet:



1. Geben Sie in das Feld **Bezug** den Namen des Bezugs ein oder wählen Sie ihn aus.
2. Wählen Sie aus der Liste der Bezugselemente ein oder mehrere Bezugselemente aus.
3. Wenn Sie ein Element auswählen, stellt die Bezugsreferenz einen einzelnen Bezüge dar. Nachdem Sie dieses Element ausgewählt haben, filtert PC-DMIS die Elementliste so, dass sie nur andere Elemente mit denselben Merkmalen anzeigt. Wenn Sie beispielsweise einen Kreis mit einem Durchmesser von 25 mm wählen, wird die Liste nach anderen Kreisen mit demselben Durchmesser gefiltert. Dies erleichtert Ihnen die Auswahl zusätzlicher, ähnlicher Merkmale, so dass Ihre Bezugsreferenz ein Bezugsmuster darstellt.

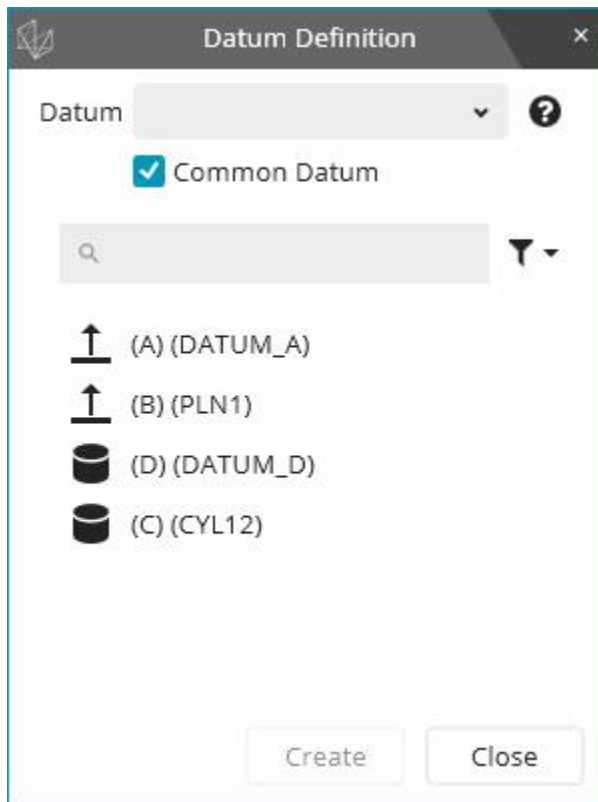
4. Klicken Sie auf **Erzeugen**.
5. Verwenden Sie bei Bedarf weiterhin das Dialogfeld, um zusätzliche Bezüge und allgemeine Bezüge zu erstellen.

Die Syntax im Bearbeitungsfenster für den Befehl Bezugsdefinition im Befehlsmodus sieht wie folgt aus:



Bezug - Dieses Feld definiert den Namen des Bezugsreferenz. Er besteht in der Regel aus einem einzelnen Buchstaben wie E oder einer Folge von wenigen Buchstaben wie BG.

Allgemeiner Bezug - Mit diesem Kontrollkästchen können Sie einen allgemeinen Bezug definieren. Wenn Sie dieses Kontrollkästchen markieren, werden in der Elementliste keine Elemente mehr angezeigt; stattdessen werden Bezüge angezeigt, die Sie bereits definiert haben, und die mit den Bezügen verbundenen Elemente.



Dialogfeld Bezugsdefinitionen - Kontrollkästchen Allgemeiner Bezug

Definieren und Verwenden von Bezügen

Um zum Beispiel den allgemeinen Bezug A-B zu definieren, definieren Sie zuerst den Bezug A, dann den Bezug B und aktivieren dann das Kontrollkästchen **Allgemeiner Bezug**. Wählen Sie aus der Liste der verfügbaren Bezüge den Bezug A und dann den Bezug B, um den allgemeinen Bezug A-B zu definieren.

Wenn Sie einen allgemeinen Bezug verwenden, könnte die Syntax des Bearbeitungsfenster des Befehls Bezugsdefinition im Befehlsmodus wie folgt aussehen:



```
DATDEF/A-B,ELEMENTE=BEZUG_A,EBENE1,
```

Einzelne Bezüge

Ein einzelner Bezug bezieht sich auf einen Bezugsbezeichner wie A oder AC, der sich nur auf ein einziges Bezugselement bezieht. Ein einzelner Bezug kann sich auf eine der folgenden Typen von Elementen beziehen:

- Ebene
- Linie
- Punkt
- Zylinder
- Kreis
- Kugel
- Kegel
- Breite

Die meisten Bezüge im geometrischen Toleranzbefehl sind wie die Bezugselemente auf einer Prüflinje:

- Sie haben einen festen Abstand und eine feste Ausrichtung zueinander.
- Sie bearbeiten das Werkstück in einer festgelegten Rangfolge.

Vergleich zur bisherigen Praxis:

Unter XactMeasure behandelte PC-DMIS Bezugselemente in den meisten Fällen wie Ausrichtungsmerkmale. Sie definierten die Ebene, die Rotation und den Ursprung.

Der geometrische Toleranzbefehl ist genauer, da er simuliert, wie der Bezugsrahmen das Gegenstück berührt.

Elementtypen, die eine ebene Fläche darstellen

Ein Bezugselement kann eine ebene Fläche mit einem ebenen Element, ein auf einer Fläche gemessenes Linienelement oder ein auf einer Fläche gemessenes Punktelement darstellen.

Sie können zwar eine Flächenlinie oder ein Flächenpunkt-Element auf einem nichtplanaren Element messen, aber PC-DMIS behandelt sie immer so, als kämen sie von planaren Flächen, wenn sie im geometrischen Toleranzbefehl als Bezüge bezeichnet werden. Weitere Einzelheiten finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst".

Element-Typen, die eine zylindrische Fläche darstellen

Ein Bezugselement kann eine zylindrische Fläche mit einem Zylinderelement oder einem Kreiselement darstellen. Während Sie einen Kreis auf einem nicht-zylindrischen Element messen können, behandelt PC-DMIS Kreise immer als von zylindrischen Flächen kommend, wenn sie im geometrischen Toleranzbefehl als Bezüge bezeichnet werden. Weitere Einzelheiten finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst".

Allgemeine Bezüge

Ein *allgemeiner Bezug* bezieht sich auf einen Bezug wie A-B oder A-BC-D. Er besitzt einen oder mehrere Bindestriche, die definierte Bezüge voneinander trennen. PC-DMIS unterstützt viele Kombinationen gängiger Bezugsangaben, die in diesem Abschnitt der Dokumentation beschrieben werden.

Allgemeine Bezüge: Bewährte Verfahren

Wenn Sie Elemente als allgemeine Bezüge verwenden, empfehlen wir Ihnen aus diesen Gründen die Verwendung von 3D-Elemente:

- 3D-Elemente stellen Elementflächen dar und erfassen mehr Daten, um Ihre Bezüge richtig auszuwerten.
- 3D-Elemente steuern ordnungsgemäß die anwendbaren Freiheitsgrade (DOF), die Sie dann als primäre, sekundäre und tertiäre Bezüge verwenden können.
- Sie können nur 2D- und 1D-Breiten-Elemente als sekundäre oder tertiäre Bezüge verwenden.



PC-DMIS unterstützt kein Muster von 2D-Elemente als Teil eines allgemeinen Bezugs. PC-DMIS lässt nur Bezugsmuster zu, die aus Zylindern, Kugeln oder 3D-Breiten als Teil eines allgemeinen Bezugs bestehen.

Allgemeine Bezüge: Allgemeine Richtlinien

Für allgemeine Bezüge können Sie mit PC-DMIS dieselben Objekttypen mischen. Sie können einzelne Elemente mit einem Muster oder mehreren Mustern kombinieren. PC-DMIS erlaubt es **nur** in diesen Fällen, die Kombination verschiedener Elementtypen:

Anzahl der Eingabelemente	Allgemeiner Bezug Element 1	Allgemeiner Bezug Element 2	Allgemeiner Bezug Elemente 3-5 (Wenn ausgewählt)	Kommentare
Mindestens zwei Elemente	Ebene	Ebene	Ebene	Nur mehrere parallele Ebenen. Siehe Beispiel 1.
2		Zylinder	-	Nur eine einzige Ebene und ein einziger Zylinder, der senkrecht zur Ebene steht. Siehe Beispiel 6.
2	Zylinder	Kegel	-	Nur ein einziger koaxialer Kegel und Zylinder. Siehe Beispiel 7.
2		Ebene	-	Nur eine einzige Ebene und ein einziger

				Zylinder, der senkrecht zur Ebene steht. Siehe Beispiel 6.
Mindestens zwei Elemente		Kreis	Kreis oder Zylinder	Nur koaxiale Kreise und Zylinder können als primärer gemeinsamer Bezug verwendet werden. Siehe Beispiel 8. Diese Koaxialitätsbeschränkung gilt nicht für sekundäre oder tertiäre gemeinsame Bezüge.
Mindestens zwei Elemente		Zylinder oder Muster von Zylindern	Zylinder oder Muster von Zylindern	Jedes Element oder Muster kann ein internes oder externes Größenelement sein und unterschiedliche Nenngrößen haben. Siehe Beispiele 2, 4 und 5.
Mindestens zwei Elemente	Muster von Zylindern	Zylinder oder Muster von Zylindern	Zylinder oder Muster von Zylindern	
Mindestens zwei Elemente	Kreis	Kreis oder Zylinder	Kreis oder Zylinder	Nur koaxiale Kreise und Zylinder können als primärer

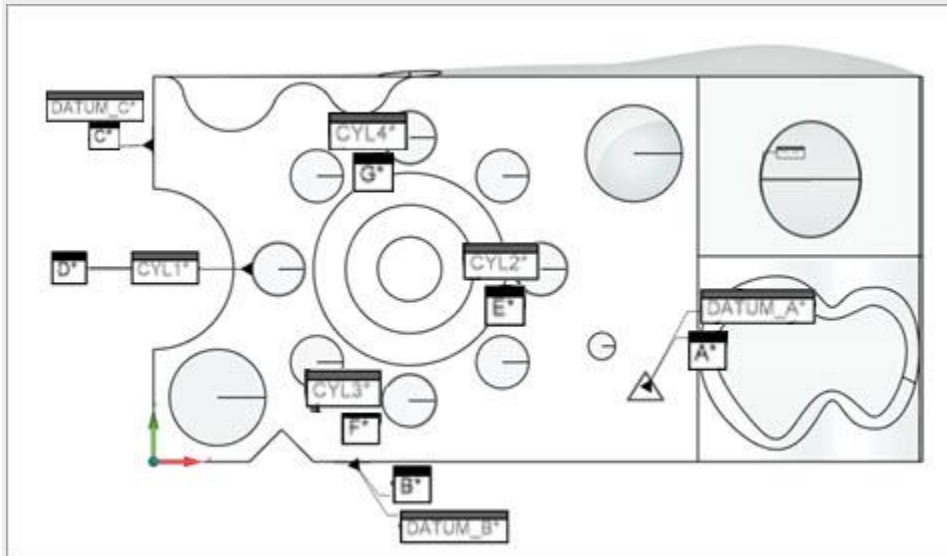
Definieren und Verwenden von Bezügen

				gemeinsamer Bezug verwendet werden. Siehe Beispiel 8. Diese Koaxialitätsbeschränkung gilt nicht für sekundäre oder tertiäre gemeinsame Bezüge.
2	Kegel	Zylinder	-	Nur ein einziger koaxialer Kegel und Zylinder. Siehe Beispiel 7.
Mindestens zwei Elemente	Kugel	Kugel oder Muster von Kugeln	Kugel oder Muster von Kugeln	Jedes Element oder Muster müssen interne oder externe Kugeln sein und unterschiedliche Nenngrößen haben.
	Muster von Kugeln	Kugel oder Muster von Kugeln	Kugel oder Muster von Kugeln	
Mindestens zwei Elemente	3D-Breite	3D-Breite oder Muster von 3D-Breiten	3D-Breite oder Muster von 3D-Breiten	Jedes Element oder Muster kann ein internes oder externes Größenelement sein und unterschiedliche Nenngrößen
	Muster von 3D-Breiten	3D-Breite oder Muster von 3D-Breiten	3D-Breite oder Muster von 3D-Breiten	

				<p>haben. Siehe Beispiel 3.</p> <p>Wenn Sie mehrere Breiten (oder ein Muster von Breiten) auswählen, benötigen sie eine allgemeine Richtung der Arbeitsebene, um einen zulässigen Bezug zu bilden. Die Richtung der Arbeitsebene ist notwendig, um den Bezugsrahmen (DRF) zu simulieren, ähnlich wie eine funktionale Lehre, die in verschiedenen Breiten gleitet.</p>
--	--	--	--	--

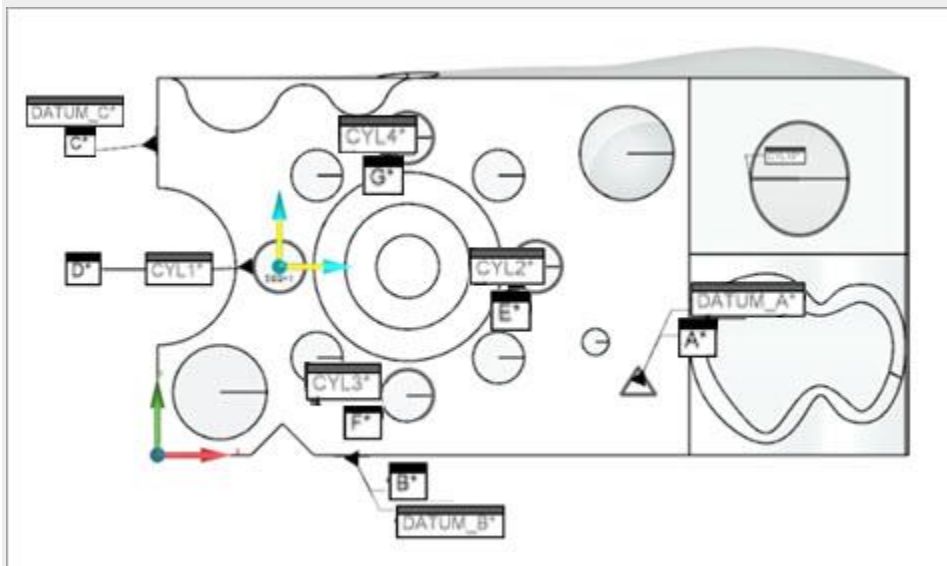


In einigen Fällen kann die Lage des Koordinatensystem-Trieders von den auf der Zeichnung des Werkstücks angegebenen Achsen abweichen. Das nachstehende Werkstück zeigt zum Beispiel vier zylindrische Bezugspunkte (D, E, F und G):



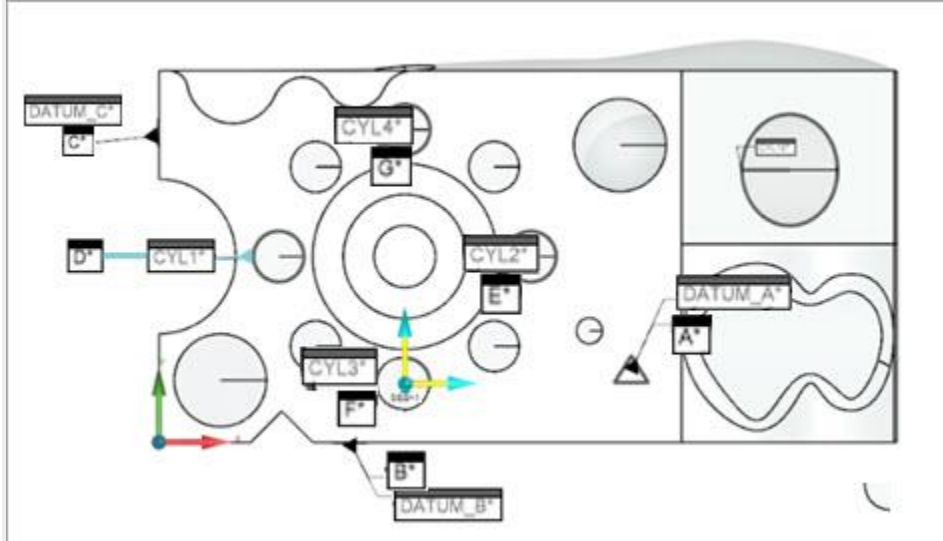
Ø 18 0.75/0.75			
⊕	Ø 0.4 <MC> <PZ>	A	D-E <MC>

Für Bezug D zentrieren: würde PC-DMIS den Trieder wie unten gezeigt am



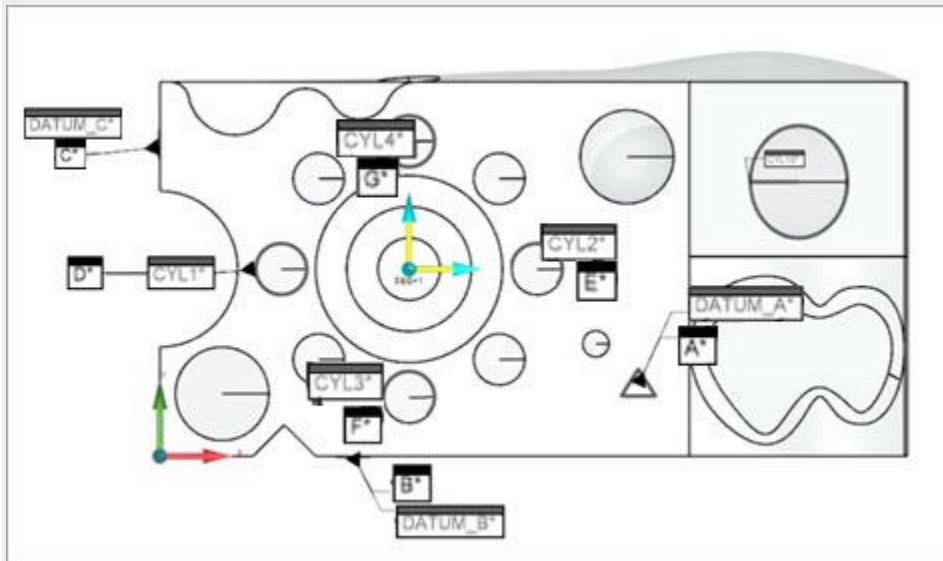
$\varnothing 18 \ 0.75/0.75$
 $\varnothing \ 0.4 \ <MC> \ <PZ> \ A \ F-G \ <MC>$

Für würde PC-DMIS den Trieder wie unten gezeigt am Bezug F zentrieren:
Bezug F zentrieren:



$\varnothing 18 \ 0.75/0.75$
 $\varnothing \ 0.4 \ <MC> \ <PZ> \ A \ D-E-F-G \ <MC>$

Für würde PC-DMIS den Trieder in der Mitte zwischen allen vier Bezugspunkten (der Mitte des Musters) positionieren, wie unten dargestellt:



Mit PC-DMIS können Sie die Position und die Ausrichtung des Trieders leicht ändern. Erstellen oder wählen Sie dazu zunächst einen entsprechenden Ausrichtungsbefehl und ändern Sie dann die Anzeigekoordinaten des Befehls Geometrische Toleranz von **Bezugsrahmen** auf **Aktuelle Ausrichtung**. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt "Anzeigekoordinaten" des Themas "Registerkarte "Nennwerte"" im Kapitel "Verwenden von Geometrischen Toleranzen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Jede nicht unterstützte Kombination von Elementen führt zu einer Fehlermeldung, wenn Sie versuchen, den TR-Rahmen (TR) zu erstellen, wie z. B.:

PC-DMIS

Bezugsfehler für mehrere Elemente. Dies kann durch falsche Nominale (x, y, z oder i, j, k-Vektor) oder eine nicht unterstützte Kombination von Elementen verursacht werden.

Wenn Sie Bezugselemente als allgemeinen Bezug auswählen, stellen Sie sicher, dass sie entweder alle Flächendaten besitzen oder dass sie alle keine Flächendaten besitzen.



Wenn Sie Bezugselemente mit und ohne Flächendaten kombinieren müssen, wird dies nur mit Materialbedingungsmodifikatoren (M oder L) unterstützt. Die Bezugsmathematik ist verfügbar, gilt aber nur für Bezugsmerkmale mit Flächendaten. PC-DMIS berechnet Nullpunkt-Elemente ohne Flächendaten nicht neu, da sie die Mathematik aus dem Elementbefehl verwenden, der den Nullpunkt darstellt.

Wenn Sie allgemeine Bezüge im Dialogfeld **Bezugspunktdefinitionen (DATDEF)** erstellen, führt PC-DMIS nur eine eingeschränkte Fehlerprüfung durch. Alle Gültigkeitsprüfungen werden durch den Geometrischen Toleranzbefehl bei der Erstellung des TR durchgeführt.

- Sobald der TR vollständig aufgebaut ist, führt PC-DMIS die abschließende Überprüfung durch, ob der allgemeine Bezug unterstützt wird. Wenn die TR-Prüfung fehlschlägt, zeigt PC-DMIS diesen Fehler mit einer Fehlermeldung an.
- Wenn der allgemeine Bezug einen Fehler aufweist, beziehen Sie sich bitte auf die obige Tabelle und die allgemeinen Leitlinien für allgemeine Bezüge, um Probleme mit dem allgemeinen Bezug zu beheben.
- PC-DMIS unterstützt derzeit maximal fünf einzelne Bezüge oder Bezugsmuster, die zu einem allgemeinen Bezug zusammengefasst werden (z. B.: A - B - C - D - E).

- PC-DMIS unterstützt keine Kombination von von Bezugselementen mit Flächendaten mit Bezugselementen ohne Flächendaten. Weitere Informationen finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Wie in ASME Y14.5 und ISO 5459 gefordert, sind die allgemeinen Bezugssimulatoren für das Muster nominell ausgerichtet und zueinander angeordnet. PC-DMIS unterstützt die Verwendung eines Modifikators (MMB oder LMB) auf dem allgemeinen Bezug, wenn ALLE Elemente (innerhalb des allgemeinen Bezugs) "Elemente der Größe" sind. Wenn eines der Elemente KEIN Element der Größe ist, sind Modifikatoren nicht zulässig.

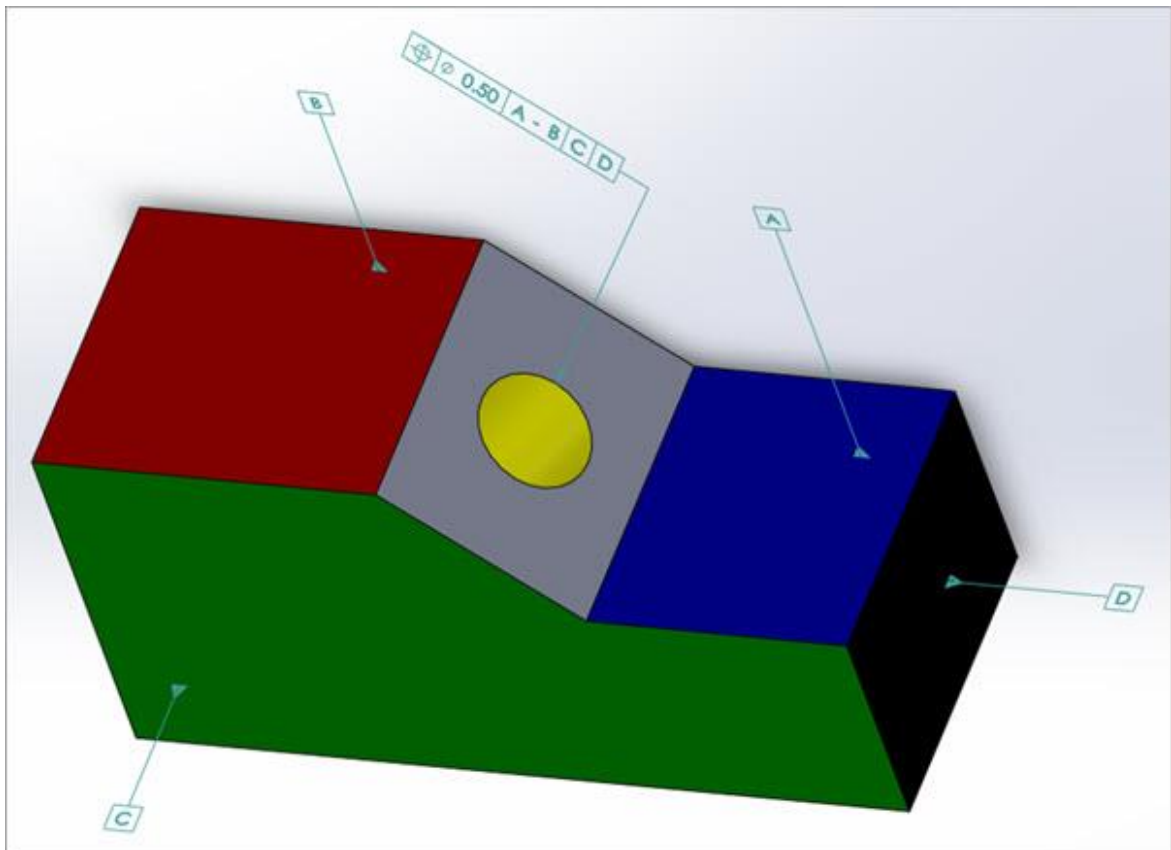


Damit PC-DMIS die Simulatorgrößen gleichzeitig korrekt vergrößern oder verkleinern und die Materialgrenzen (bei Verwendung von MMB oder LMB) korrekt berechnen kann, müssen Sie zunächst jeden Bezug auf die übergeordneten Bezüge tolerieren. Außerdem müssen Sie sicherstellen, dass Sie deren Größentoleranzen einbeziehen, bevor Sie andere geometrische Toleranzen für diese Bezüge zulassen.

Das heißt, dass die Toleranzen am Bezug FRÜHER in der Messroutine liegen müssen als die geometrischen Toleranzen, die sich auf diese Bezüge beziehen.

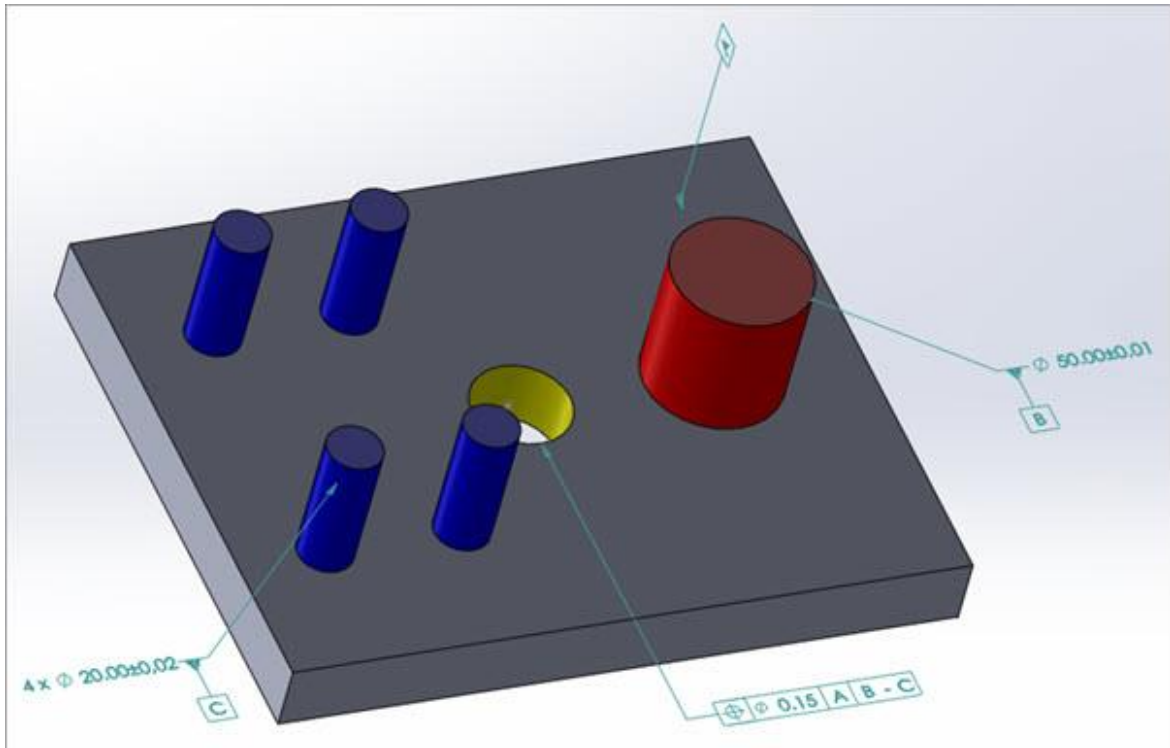
Beispiele für unterstützte allgemeine Bezugskombinationen werden in den folgenden Beispielen beschrieben.

Beispiel 1: Ebene A und Parallelebene B als allgemeiner Bezug A-B



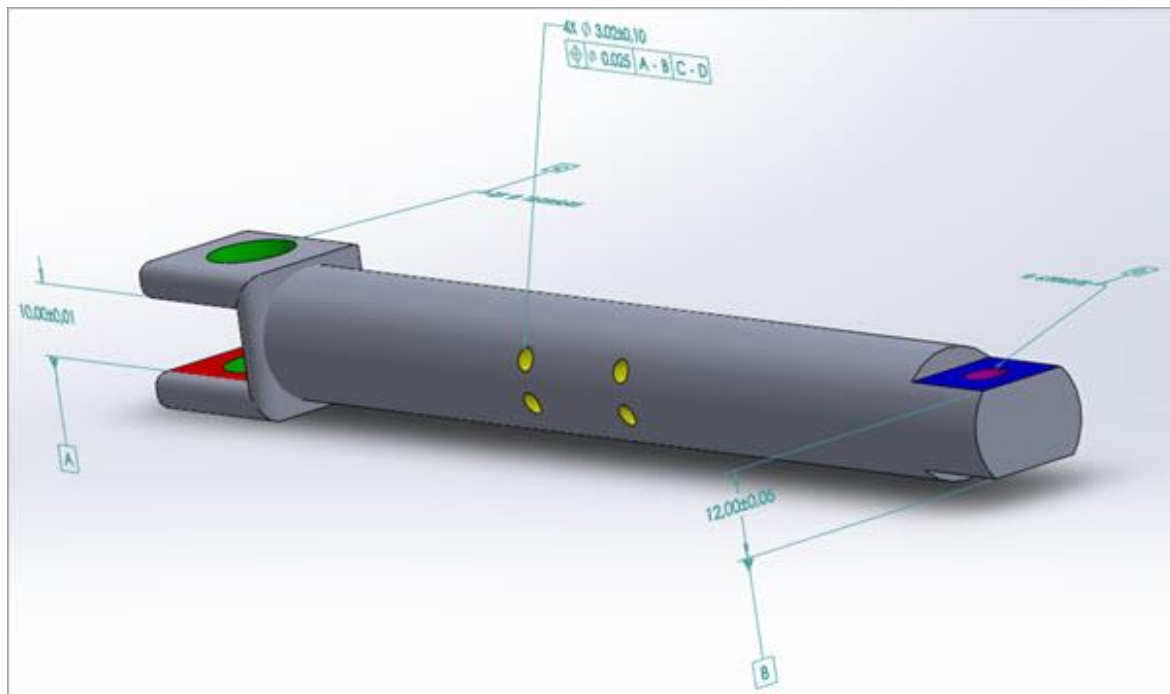
Beispiel 1: Ebene A (blau) und Parallelebene B (rot) als allgemeiner Bezug A-B

Beispiel 2: Außenzylinder B mit einem Muster von Außenzylindern C als allgemeiner Bezug B-C



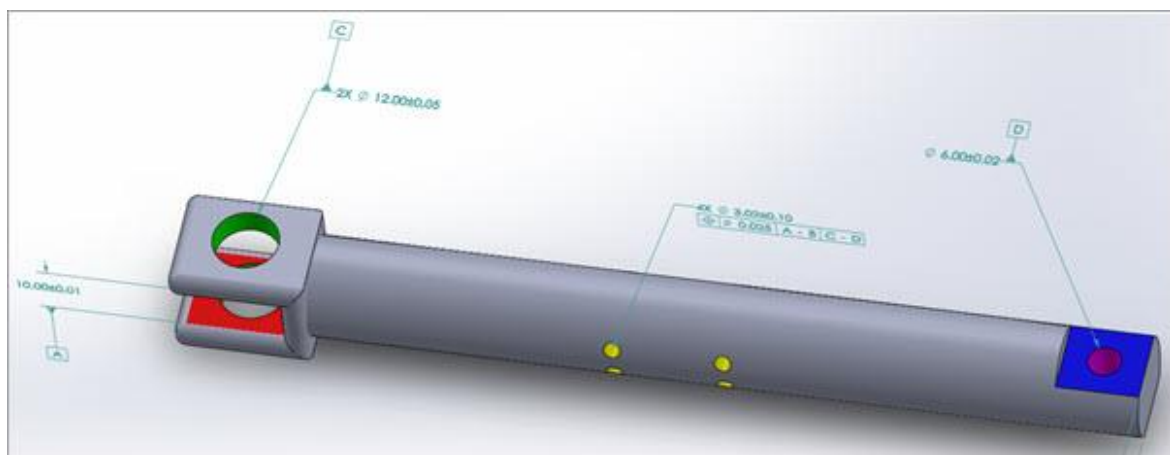
Beispiel 2: Außenzylinder B (rot) mit einem Muster von Außenzylindern C (blau) als allgemeiner Bezug B-C

Beispiel 3: Äußere Breite A mit einer äußeren Breite B als primärer allgemeiner Bezug A-B



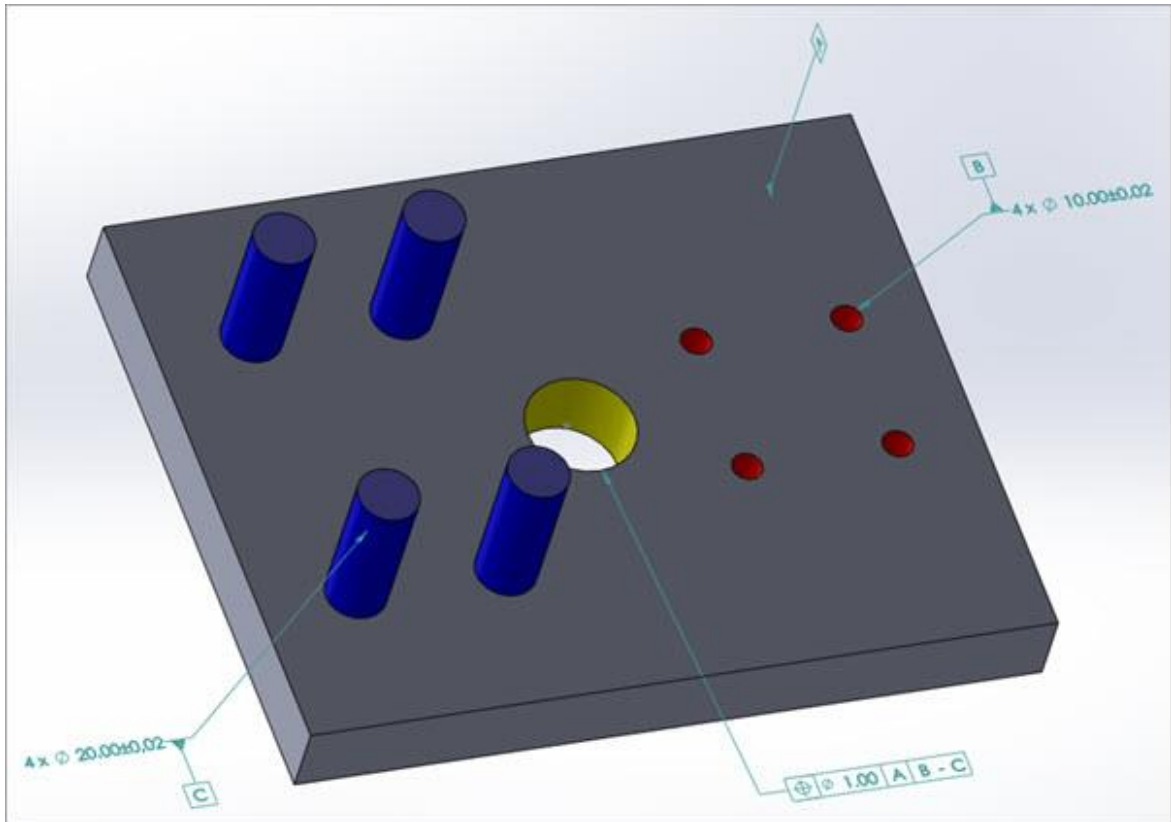
Beispiel 3: Äußere Breite A (blau) mit einer äußeren Breite B (rot) als primärer allgemeiner Bezug A-B

Beispiel 4: Interner Zylinder C mit einem internen Zylinder D als sekundärer allgemeiner Bezug C-D



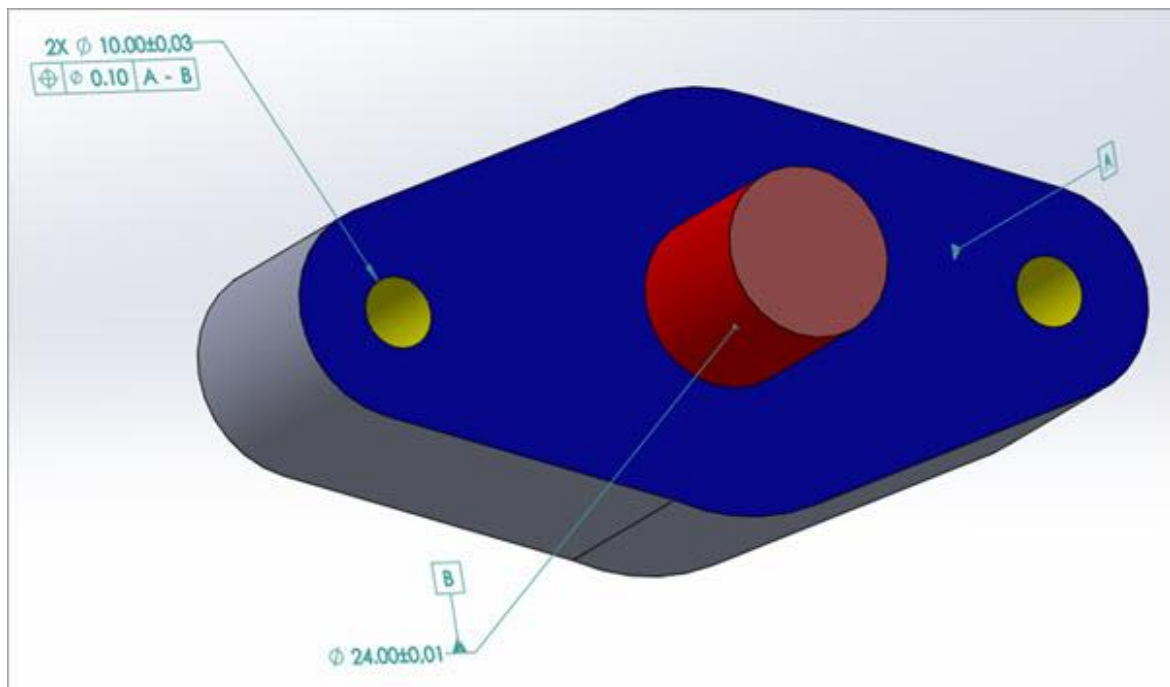
Beispiel 4: Interner Zylinder C (grün) mit einem internen Zylinder D (magenta) als sekundärer allgemeiner Bezug C-D

Beispiel 5: Muster der Innenzylinder B und Muster der Außenzylinder C als allgemeiner Bezug B-C



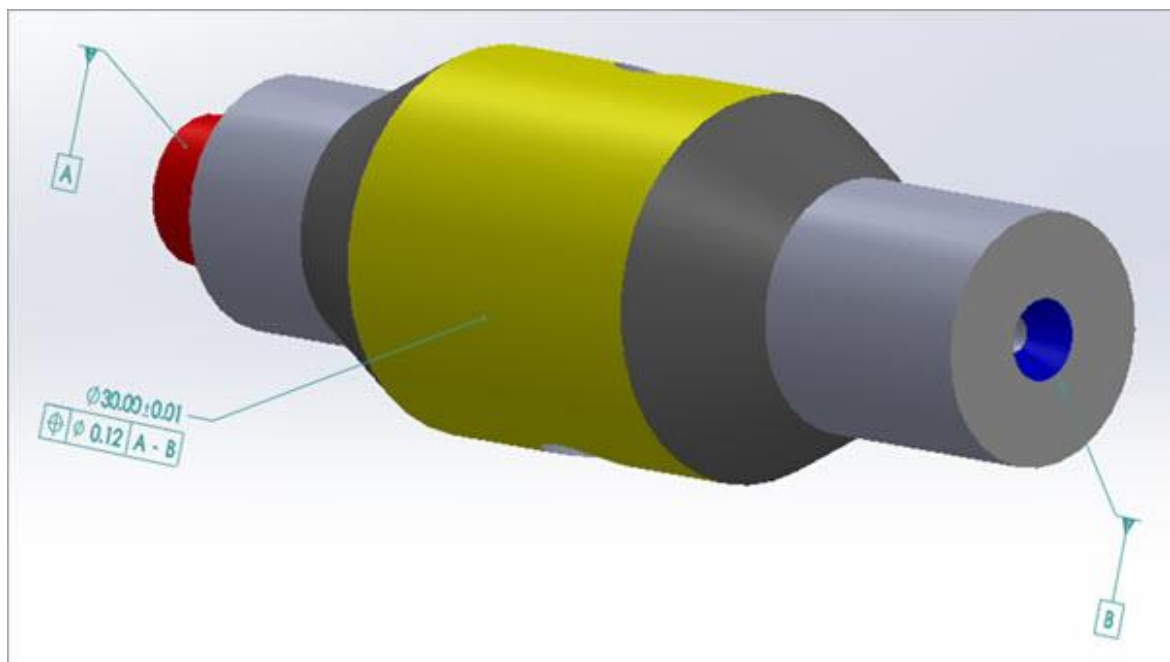
Beispiel 5: Muster der Innenzylinder B (rot) und Muster der Außenzylinder C (blau) als allgemeiner Bezug B-C

Beispiel 6: Ebene A und Außenzylinder B als allgemeiner Bezug A-B



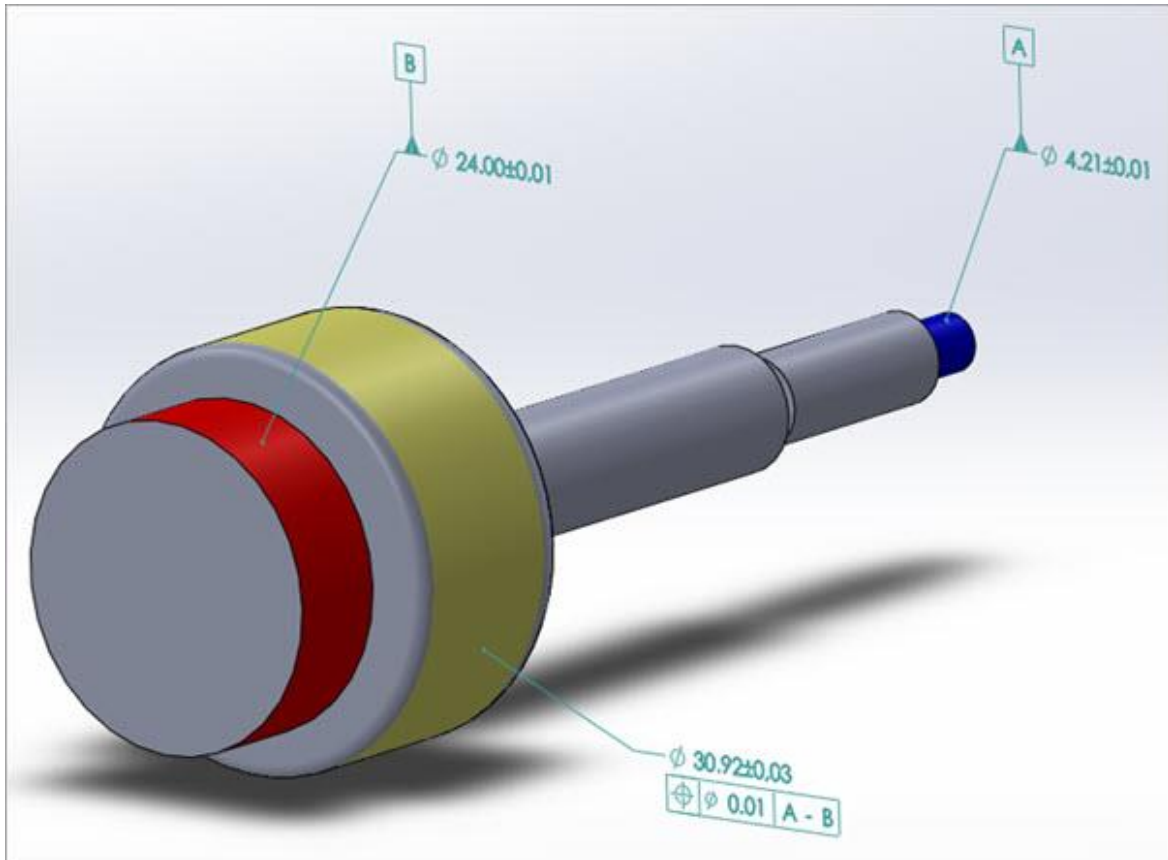
Beispiel 6: Ebene A (blau) und Außenzylinder B (rot) als allgemeiner Bezug A-B

Beispiel 7: Außenzylinder A und koaxialer Innenkegel B als allgemeiner Bezug A-B



Beispiel 7: Außenzylinder A (rot) und koaxialer Innenkegel B (blau) als allgemeiner Bezug A-B

Beispiel 8: Außenzyylinder A und koaxialer Außenzyylinder B als allgemeiner Bezug A-B



Beispiel 8: Außenzyylinder A (blau) und koaxialer Außenzyylinder B (rot) als allgemeiner Bezug A-B

Bezugsmuster

Ein *Bezugsmuster* bezieht sich auf einen Bezugsbezeichner wie A oder AC, der sich auf mehrere ähnliche Größenelemente bezieht, die alle die gleiche Größentoleranz haben. Beispielsweise könnte ein Lochmuster als Bezugsmuster B bezeichnet werden. Technisch gesehen (gemäß den Normen ASME Y14.5 und ISO 5459) ist ein Bezugsmuster eine Art allgemeiner Bezug, aber in dieser Dokumentation wird diese Terminologie nicht verwendet.

Weitere Informationen finden Sie unter "Bezugsmuster" in "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

In PC-DMIS können Sie geometrische Toleranzen mit dem Befehl Geometrische Toleranz definieren. In diesem und verwandten Themen wird beschrieben, wie das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** zur Definition und Steuerung von Befehlen für geometrische Toleranzen verwendet wird. Es beschreibt auch die Protokolloptionen zur Steuerung des Protokolls. Abschließend wird jeder geometrische Toleranztyp im Detail besprochen.

Befehlsmodus-Syntax

Das Dialogfeld "Geometrische Toleranz" ist die Hauptmethode zum Erstellen oder Ändern eines geometrischen Toleranzbefehls. Weitere Informationen finden Sie im Thema "Dialogfeld "Geometrische Toleranz"" in der Dokumentation von PC-DMIS Core. Sie können jedoch auch im Befehlsmodus des Bearbeitungsfensters einen geometrischen Toleranzbefehl erstellen oder ändern. Nachfolgend finden Sie einige Beispiele, die Ihnen helfen sollen zu verstehen, wie der Befehl Fenster bearbeiten zu verwenden ist.

Einfaches Beispiel

Im Befehlsmodus des Bearbeitungsfensters könnte eine relativ einfache geometrische Toleranz wie folgt aussehen:

```
FCFCYLY1    =GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ISO
1101,SHOWEXPANDED=NO,
            SEGMENT_1,CYLINDRICITY,0.05,,REFERENCE_FEATURE_MATH=
DEFAULT,
            FEATURES/CYL4,,
```

Die Syntax dieses Bearbeitungsfensters besteht aus mehreren Teilen:

- `TRZYLY1` ist die Merkmals-ID.
- `GEOMETRISCHE_TOLERANZ` kennzeichnet den Befehl als geometrische Toleranz.
- `STANDARD=ISO 1101` zeigt, dass die geometrische Toleranz in Bezug auf Standard ISO 1101 bewertet wird.
- `ERWEITERTE_ANZEIGE=NEIN` zeigt an, dass die Anzeige im Bearbeitungsfenster verdichtet und vereinfacht ist (zeigt nicht viele Details). Wenn Sie dies auf JA setzen, werden Sie sehen, dass es viel mehr

Informationen anzeigt, wie im Thema "Komplexes Beispiel" weiter unten beschrieben.

- `SEGMENT_1` beginnt die Information über das erste Segment.
- `ZYLINDRIZITÄT` zeigt an, dass es sich bei dem Segment um eine Zylindrizitätstoleranz handelt.
- `0.05` ist die Toleranz.
- `REFERENCE_FEATURE_MATH=DEFAULT` zeigt den Berechnungstyp der Toleranzzone an. Für Details siehe das Thema "Zylindrizität" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.
- `ELEMENTE/ZYL4,,` zeigt an, dass die Toleranz für das Element ZYL4 gilt.

Bitte beachten Sie, dass `SHOWEXPANDED=NO`. Dies verbirgt einen Großteil der Details.

Komplexes Beispiel

Hier ist ein Beispiel für die Befehlsmodus-Syntax für eine komplexere geometrische Toleranz, mit `SHOWEXPANDED=YES`:

```
FCFLOC1      =GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ISO
1101,SHOWEXPANDED=YES,
      DESCRIPTION=ON,Multi-segment position of 4x Ø8.2mm
hole pattern,
      FEATURE_MATH=MODIFIER_SELECTED,SIZE_MATH=MODIFIER_SE
LECTED,DATUM_MATH=LSQ,DISPLAY_COORDS=DRF,
      UNITS=MM,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
      SIZE/NOMINAL=8.2,TOLERANCE SPECIFICATION
MODE=NOMINAL_WITH_DEVIATIONS,
      UPPER_TOLERANCE=0.1,LOWER_TOLERANCE=0.1,
      UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER=__,
      LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER=(LP),
      CYL4:
      MIN LOCAL SIZE:8.2,
      MAX LOCAL SIZE:8.2,
      CYL6:
      MIN LOCAL SIZE:8.2,
      MAX LOCAL SIZE:8.2,
      CYL8:
      MIN LOCAL SIZE:8.2,
      MAX LOCAL SIZE:8.2,
      CYL10:
      MIN LOCAL SIZE:8.2,
      MAX LOCAL SIZE:8.2,
      SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.4,(G),__,<len>,A,D,MMB
,__,B,__,
```

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

```
TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,MULT=10,
  MEASURED:
    CYL4:0.0000,
    CYL6:0.0000,
    CYL8:0.0000,
    CYL10:0.0000,
  SEGMENT_2, POSITION, COMPOSITE, DIAMETER, 0.2, (G), __, <len>, A, <dat>, <dat>,
TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,MULT=10,
  MEASURED:
    CYL4:0.0000,
    CYL6:0.0000,
    CYL8:0.0000,
    CYL10:0.0000,
  ADD
  DATUMS/REPORTDATUMSIZE=OFF,
    D(DATUM_D):NOM=30,+Tol=0.025,-Tol=0.25,
  FEATURES/CYL4,CYL6,CYL8,CYL10,,
```

Diese erweiterte Ansicht enthält die folgenden Elemente:

- `FCFLOC1` ist die Merkmals-ID.
- `GEOMETRISCHE_TOLERANZ` kennzeichnet den Befehl als geometrische Toleranz.
- `STANDARD=ISO 1101` zeigt, dass die geometrische Toleranz in Bezug auf Standard ISO 1101 bewertet wird.
- `ERWEITERTE_ANZEIGE=JA` zeigt an, dass die Anzeige im Bearbeitungsfenster erweitert (mehr Details). Wenn Sie dies auf NEIN setzen, werden Sie sehen, dass es viel mehr Informationen anzeigt, wie im Thema "Einfaches Beispiel" weiter oben beschrieben.
- `DESCRIPTION=ON` bedeutet, dass der Beschreibungstext "Mehrsegmentposition des 4x Ø8,2 mm Lochmusters" im Bericht angezeigt wird, wie im Thema "Registerkarte "Beschreibung" in der Dokumentation PC-DMIS Core.
- `FEATURE_MATH=MODIFIER_SELECTED` zeigt, dass die Elementberechnung einen ISO-assozierten Toleranzmerkmal-Modifikator verwendet, wie im Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Dokumentation von PC-DMIS erklärt.
- `SIZE_MATH=MODIFIER_SELECTED` bedeutet, dass PC-DMIS die Größe des Elements unter Verwendung eines ISO 14405-1 Größenmodifikators berechnet, wie im Thema "Größenbewertung mit dem Geometrischen Toleranzbefehl" in der Dokumentation von PC-DMIS Core erklärt.
- `DATUM_MATH=LSQ` zeigt an, dass es sich bei der Bezugsberechnung um die kleinsten Quadrate handelt, wie im Thema "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet" erläutert.

- `DISPLAY_COORDS=DRF` zeigt an, dass die Ergebnisse in Bezugsrahmenkoordinaten (im Gegensatz zu den aktuellen Ausrichtungskordinaten) angegeben werden.
- `UNITS=IN` gibt an, dass die Maßeinheiten Zoll sind.
- `AUSGABE=BEIDE` zeigt an, dass die Ergebnisse sowohl an die Statistik als auch an das Protokoll gesendet werden.
- `PFEILDICHTE=100` ist die Pfeildichte, die bei der Grafikanalyse verwendet wird.

Alternativer Befehlsblock 1

```
SIZE/NOMINAL=8.2,TOLERANCE SPECIFICATION
MODE=NOMINAL_WITH_DEVIATIONS,
    UPPER TOLERANCE=0.1,LOWER
TOLERANCE=0.1,    UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER=__,
    LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER=(LP),    CYL4:
    MIN LOCAL SIZE:8.2,    MAX
LOCAL SIZE:8.2,    CYL6:    MIN
LOCAL SIZE:8.2,    MAX LOCAL SIZE:8.2,
CYL8:    MIN LOCAL SIZE:8.2,
    MAX LOCAL SIZE:8.2,    CYL10:
    MIN LOCAL SIZE:8.2,    MAX
LOCAL SIZE:8.2,
```

Dieser Befehlsblock stellt die Größentoleranz dar, einschließlich der nominalen Größe, der oberen Toleranz, der unteren Toleranz sowie der oberen und unteren Spezifikationsmodifikatoren (falls ausgewählt). In diesem Fall gibt der (LP)-Modifikator die maximale und minimale Zwei-Punkt-Lokalgröße an. Die jeweiligen gemessenen Werte werden dann für jedes der vier Merkmale unten aufgelistet.



Wenn Sie die oberen oder unteren Toleranzen eines Elements im Bearbeitungsfenster oder im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** (Registerkarte **Toleranzrahmen-Merkmal** oder **Nennwerte**) ändern und dasselbe Element als Bezug oder als betrachtetes Element verwendet wird, zeigt PC-DMIS eine Meldung an, in der Sie gefragt werden, ob Sie dieselben Änderungen auf alle nachfolgenden Befehle anwenden möchten, die auf dieses Element verweisen.

Zum Beispiel:

Toleranzen

Größentoleranz für ZYL1 wurde geändert . Möchten Sie die gleiche Änderung auf alle nachfolgenden Befehle anwenden, die sich auf ZYL1 beziehen?

Ja Nein

Wenn Sie auf **Ja** klicken, aktualisiert PC-DMIS die Größentoleranzen für alle Befehle zur Geometrischen Toleranz unterhalb der Cursorposition, die sich auf dasselbe Element entweder als betrachtetes Element oder Bezug beziehen.

Wenn Sie auf **Nein** klicken, aktualisiert PC-DMIS nur die bearbeitete Größentoleranz. PC-DMIS aktualisiert keine der entsprechenden Größentoleranzen für die damit verbundenen Befehle zur geometrischen Toleranz unterhalb der Cursorposition, die dasselbe bearbeitete Element entweder als betrachtetes Element oder Bezug verwenden.

Alternativer Befehlsblock 2

```
SEGMENT_1, POSITION, DIAMETER, 0.4, (G), __, <len>, A, D, MMB, __, B, __,  
TEXT=OFF, CADGRAPH=OFF, REPORTGRAPH=OFF, MULT=10, MEASURED:  
CYL4:0.000, CYL6:0.000,  
CYL8:0.000, CYL10:0.000,
```

Dieser Befehlsblock stellt das erste Segment dar, bei dem es sich um eine Positionstoleranz mit einer diametralen Toleranzzone, einer Toleranz von 0,4, einem (G)-Modifikator und einem Bezugsreferenzrahmen für den Bezugspunkt handelt, der aus A | D | MMB | B besteht. Die Textanalyse ist deaktiviert, die grafische CAD-Analyse ist deaktiviert, die grafische Protokollanalyse ist deaktiviert, und der Pfeilmultiplikator ist 10. Er enthält auch die gemessenen Positionswerte jedes der vier Merkmale.

Alternativer Befehlsblock 3

```
SEGMENT_2, POSITION, COMPOSITE, DIAMETER, 0.2, (G) , __, <len>, A, <dat>, <
dat>,
      TEXT=OFF, CADGRAPH=OFF, REPORTGRAPH=OFF, MULT=10,      MEASU
RED:
      CYL4:0.000,      CYL6:0.000,
      CYL8:0.000,      CYL10:0.000,
```

Dieser Befehlsblock stellt das zweite Segment dar, das ein unteres Segment einer zusammengesetzten Positionstoleranz mit einer diametralen Toleranzzone, 0,2 Toleranz, eine G-Modifikator und einem Bezugsreferenzrahmen, der aus A besteht, ist. Die Textanalyse ist deaktiviert, die grafische CAD-Analyse ist deaktiviert, die grafische Protokollanalyse ist deaktiviert, und der Pfeilmultiplikator ist 10. Der Befehlsblock enthält auch die gemessenen Positionswerte jedes der vier Merkmale.

Alternativer Befehlsblock 4

```
ADD      DATUMS/REPORTDATUMSIZE=OFF,
      D(CYL2) :NOM=30, +TOL=0.25, -TOL=0.25,
      FEATURES/CYL4, CYL6, CYL8, CYL10, ,
```

- **HINZUFÜGEN** ist eine Steuerung zum Hinzufügen eines weiteren Segments zur zusammengesetzten Positionstoleranz. Um sie zu verwenden, schweben Sie einige Sekunden über den Befehl **HINZUFÜGEN**, klicken Sie dann einmal darauf und klicken Sie dann auf die Schaltfläche **HINZUFÜGEN**, die erscheint.
- **BEZÜGE/PROTOKOLLBEZUGSGRÖSSE=AUS**,

```
D(CYL2) :NOM=30, +Tol=0.25, -Tol=0.25,
```

Dieser Teil des Befehls zeigt an, dass die gemessenen Bezugspunktgrößen nicht im Protokoll enthalten sind. Er zeigt auch die Größentoleranz für Bezugspunkt D (der ZYL2 ist). Die Größentoleranz bei Bezugspunkt-Elementen kann in verschiedenen Situationen wichtig sein, z. B. bei Bezugspunkten, auf die mit einem Material-Modifikator **(M)** oder **(L)** Bezug genommen wird, und bei Bezugspunkt-Mustern mit oder ohne Modifikator. Wir empfehlen Ihnen, stets darauf zu achten, dass die Größentoleranzen auf den Bezugspunkten korrekt sind. Weitere Informationen siehe den Abschnitt "Bestimmung der Größe des Materialgrenzwerts" im Thema "Wie PC-DMIS Datenträger löst und verwendet" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

- `FEATURES/CYL4,CYL6,CYL8,CYL10,,`

Dieser Teil des Befehls zeigt an, dass die zusammengesetzte Positionstoleranz auf die Elemente CYL4, CYL6, CYL8 und CYL10 angewendet wird.

Dialogfeld Geometrische Toleranz

Das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** ist die Hauptmethode zum Erstellen oder Ändern eines geometrischen Toleranzbefehls. Um dieses Dialogfeld zum Erstellen einer geometrischen Toleranz zu verwenden, wählen Sie **Einfügen | Merkmal | <Geometrischer Toleranztyp>** aus dem Menü, oder Sie können einen geometrischen Toleranztyp aus der Symbolleiste **Merkmal** wählen.

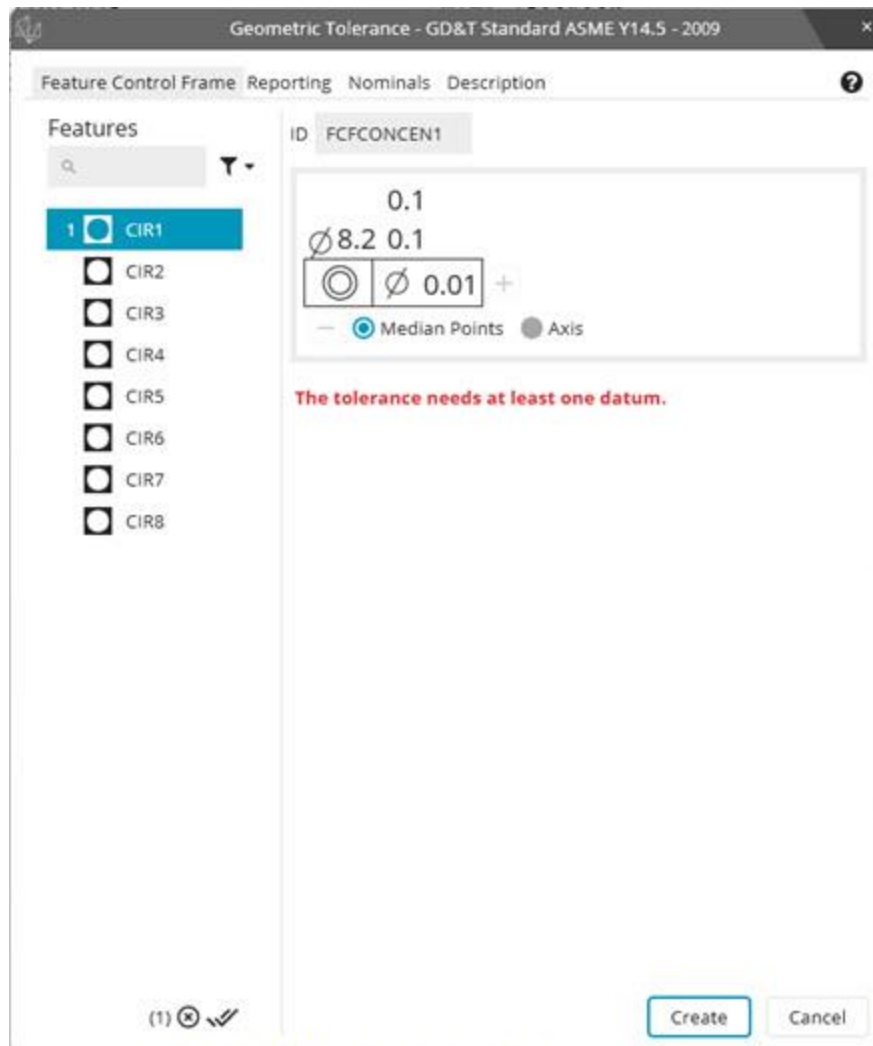
Die geometrischen Toleranztypen sind:

- Neigung
- Rundlauf
- Rundheit
- Konzentrizität
- Zylindrizität
- Ebenheit
- Parallelität
- Rechtwinkligkeit
- Positionieren
- Profil einer Linie
- Profil einer Fläche
- Geradheit
- Symmetrie
- Gesamtlauf



Die anderen Toleranztypen (Lage, Winkel usw.) sind keine geometrischen Toleranzen und werden daher nicht über den geometrischen Toleranzbefehl behandelt.

Nachdem Sie **Einfügen | Merkmal | <Toleranztyp>** aus dem Menü (oder aus der Symbolleiste **Merkmal**) gewählt haben, zeigt PC-DMIS das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** an:



Dieses Dialogfenster ist zu Beginn fast leer. In dem obigen Beispielbild hat das Dialogfeld diese Eigenschaften:

- Die Standard-Merkmals-ID lautet FCFCNCEN2.
- Das Symbol der gewählten Toleranzart ist Konzentrität
- Der zuletzt verwendete Toleranzwert ist 0,01
- Die rote Fehlermeldung weist darauf hin, dass Sie noch keine Bezugspunkte ausgewählt haben

Wir empfehlen diesen Arbeitsablauf, wenn Sie das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** verwenden:

1. Wählen Sie Ihren Toleranztyp aus dem Menü **Einfügen | Merkmal | <Toleranztyp>** (oder aus der Symbolleiste **Merkmal**), um das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** zu öffnen.

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

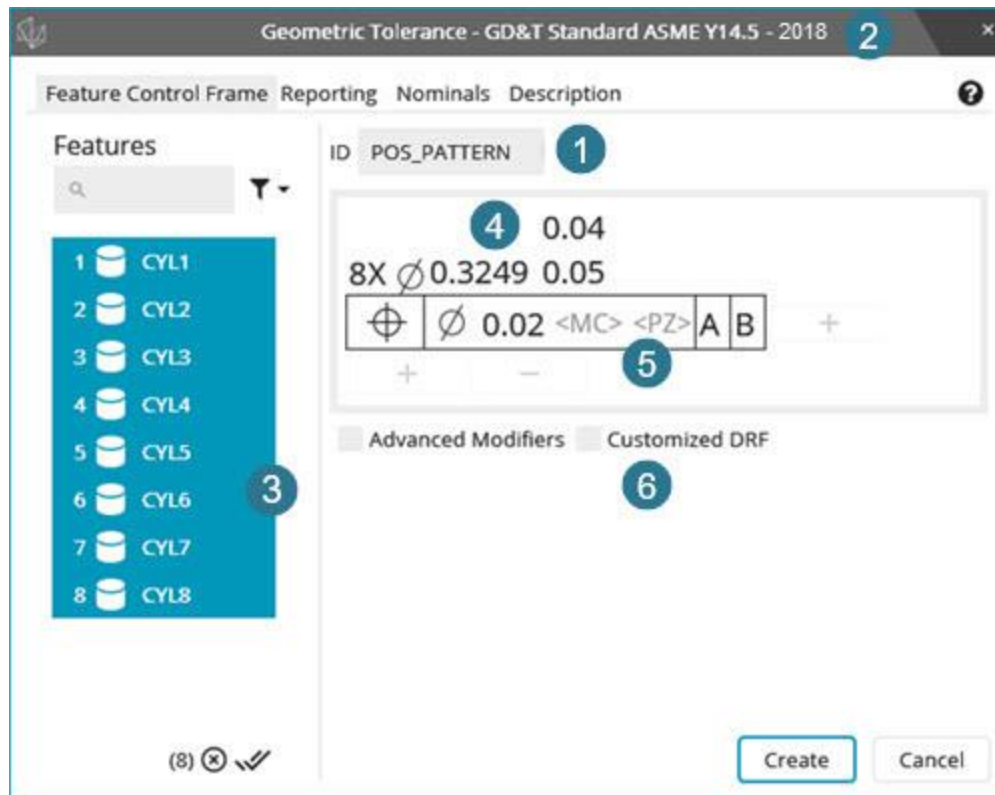
2. Wählen Sie aus der Liste der Elemente die für die Toleranz in Frage kommenden Elemente aus. Die Liste zeigt nur die Elemente oberhalb der aktuellen Position Ihres Zeigers im Bearbeitungsfenster an.
3. Bearbeiten Sie den Toleranzrahmen. Fügen Sie dazu Symbole, Modifikatoren, Segmente, Angaben zur Zonenausrichtung usw. hinzu.
4. Klicken Sie auf die Registerkarte **Protokollieren** und stellen Sie sicher, dass alle Optionen wie gewünscht eingestellt sind.
5. Klicken Sie auf die Registerkarte **Nennwerte** (falls vorhanden) und stellen Sie sicher, dass alle Einstellungen wie gewünscht eingestellt sind.
6. Klicken Sie auf die Registerkarte **Beschreibung** und dann auf die Schaltfläche **Hinzufügen**, um bei Bedarf beschreibende Informationen hinzuzufügen. Klicken Sie auf das Kontrollkästchen **In Protokoll anzeigen**, wenn Sie den Text in Ihre Protokolle aufnehmen möchten.
7. Klicken Sie auf **Erstellen**, um den Befehl für die geometrische Toleranz in Ihrer Messroutine zu erstellen.

Im Bearbeitungsfenster können Sie jederzeit F9 drücken, um diesen Befehl im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** zu bearbeiten. Wenn Sie eine vorhandene geometrische Toleranz bearbeiten, enthält das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** anstelle der Schaltfläche **Erstellen** eine Schaltfläche **OK**.

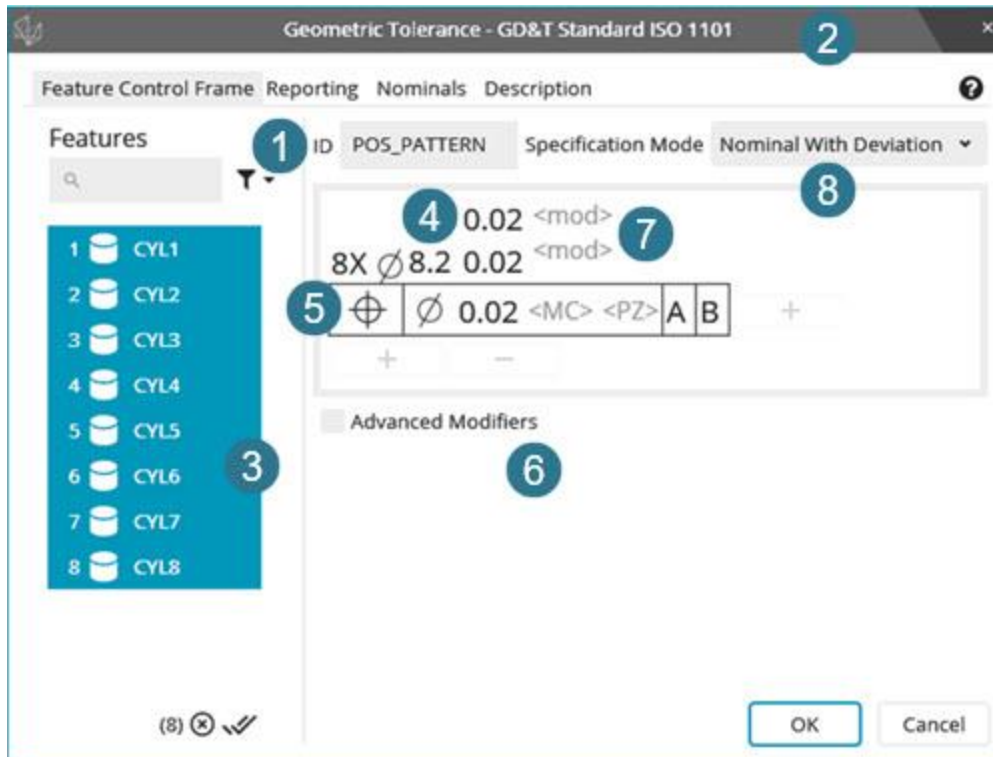
Registerkarte "Toleranzrahmen"

Einführung

Auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** des Dialogfelds **Geometrische Toleranz** findet der Großteil Ihrer Bearbeitung statt. Eine typische Positionstoleranz könnte im Dialogfeld wie folgt aussehen:



Die ASME-Version des Dialogfelds Geometrische Toleranz zeigt die Registerkarte Toleranzrahmen.



Die ISO-Version des Dialogfelds Geometrische Toleranz zeigt die Registerkarte Toleranzrahmen.

1. **ID** - Dieses Feld definiert die ID des Merkmals. In der obigen Abbildung wurde es so bearbeitet, dass es POS_MUSTER heißt. Für die Positionstoleranz ist die **ID** auf einen Wert wie FCFLOC1, 2, 3... usw. voreingestellt, wenn Sie sie nicht bearbeiten.
2. **F< Standard** - Diese Liste definiert den in der Toleranz zu verwendenden Standard. Sie sollte mit dem von Ihrem Druck verwendeten Standard übereinstimmen. Wir unterstützen Drucke, die auf ASME Y14.5 und ISO 1101 basieren; die spezifischen Versionen der von uns unterstützten Standards (einschließlich unterstützender Standards wie ISO 5459) sind im Thema "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" detailliert aufgeführt.
3. **Elementliste** - Diese Liste zeigt die verfügbaren Elemente für den Typ der geometrischen Toleranz. Weitere Informationen finden Sie unter "Die Elementliste" weiter unten.
4. **Größentoleranz-Editor** - Die erste Zeile im Toleranz-Bearbeitungsfenster zeigt die Größe sowie Plus- und Minus-Toleranzinformationen. Weitere Informationen finden Sie unter "Der Größentoleranz-Editor" weiter unten.
5. **Toleranzrahmen-Editor** - Die zweite Zeile im Toleranzbearbeitungsfenster ist der Hauptbearbeitungsbereich. Weitere Informationen finden Sie unter "Der Toleranzrahmen-Editor" weiter unten.

6. **Zusätzliche Optionen** - Dieser Bereich des Dialogfelds enthält erweiterte und andere Optionen für Ihre Toleranz. Weitere Informationen finden Sie unter "Zusätzliche Optionen" weiter unten.
7. **Obere und untere Modifikatoren** (nur ISO) - Dieser Bereich des Dialogfelds ermöglicht es Ihnen, die entsprechenden ISO-Größenmodifikatoren auszuwählen. Für Details siehe den Abschnitt „ISO-Größenmodifikatoren“ unten.
8. **Spezifikationsmodus** (nur ISO) - Diese Liste ermöglicht es Ihnen, den ISO-Spezifikationsmodus auszuwählen. Die Optionen sind **Nennwert mit Abweichung** oder **ISO-Code**. Weitere Informationen finden Sie unter "Spezifikationsmodus".

Die Elementliste

Wenn Sie beginnen, eine geometrische Toleranz zu erzeugen, ist das erste, was Sie tun müssen, das betreffende Element oder die betreffenden Elemente auszuwählen. Wenn das Dialogfeld geöffnet wird, sind keine Elemente ausgewählt. Jedes Element in der Messroutine, das für die Toleranzart zulässig ist, wird angezeigt. Wenn Sie kein erwartetes Element sehen, stellen Sie sicher, dass sich Ihr Zeiger im Bearbeitungsfenster unter diesem Element befindet, bevor Sie das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** aufrufen.



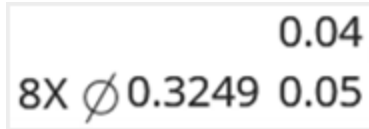
In großen Routinen mit vielen Elementen kann es hilfreich sein, mit der Suchleiste nach einem Element zu suchen.

Nachdem Sie ein Element ausgewählt haben, filtert PC-DMIS die Elementliste so, dass nur ähnliche Elemente oder Elemente mit den gleichen Merkmalen angezeigt werden (z. B. Zylinder mit dem gleichen Durchmesser). Sie können dann an dieser Stelle weitere Elemente auswählen.

Der Größentoleranz-Editor

Die erste Zeile des Toleranzbearbeitungsfensters ist der Größentoleranz-Editor. Er ist verfügbar, wenn es sich bei den von Ihnen betrachteten Elementen um Größenmerkmale handelt (Zylinder, auf einer Fläche gemessene Kreise, Kugeln oder Breiten) und Ihr geometrischer Toleranztyp Größentoleranzen zulässt.

Der Größentoleranz-Editor sieht wie folgt aus:



Diese Zeile enthält mehrere Arten von Informationen und zwei Steuerelemente:

- 8X bedeutet, dass es acht berücksichtigte Elemente gibt; es ist nicht sichtbar, wenn es nur ein berücksichtigtes Element gibt. Sie können das Symbol nicht bearbeiten.
- Ø bedeutet, dass die Elemente auf einer Oberfläche gemessene Zylinder oder Kreise sind. Das Symbol ist für verschiedene Arten von Größenelementen unterschiedlich. Sphärische Elemente haben ein Symbol $\text{S}\text{Ø}$. Breiterelemente haben kein Symbol. Sie können das Symbol nicht bearbeiten.
- Die erste Zahl nach dem obigen Symbol ist die Nennweite. Sie können diesen Wert nicht bearbeiten, da der Befehl für die geometrische Toleranz voraussetzt, dass alle Elemente korrekte Nennwerte haben. Die Nenngröße ergibt sich aus der (theoretischen) THEO-Größe des Elements.
- Die zweite Zahl, die ganz rechts oben (0,04 im obigen Beispiel), ist die obere Toleranz für die Größe des Elements. Sie können es bearbeiten. Die obere Grenze der Größe ist gleich dem Nennmaß plus der Plustoleranz.
- Die dritte (und letzte) Zahl, die ganz rechts unten (0,05 im obigen Beispiel), ist die untere Toleranz für die Größe des Elements. Sie können es bearbeiten. Die untere Grenze der Größe ist gleich dem Nennmaß minus der Minustoleranz, wenn das Kontrollkästchen **Untere Tol. negativ anzeigen** auf der Registerkarte **Merkmal** des Dialogfelds **Setup-Optionen** deaktiviert ist. Wenn Sie das Kontrollkästchen **Untere Tol. negativ anzeigen** markieren, ist die untere Grenze der Größe gleich dem Nominalformat plus Minustoleranz. Sie können es vorziehen, dieses Kontrollkästchen zu markieren, damit die Größentoleranz wie Ihr Druck aussieht. Informationen zu diesem Kontrollkästchen finden Sie unter "Untere Tol. negativ anzeigen" im Kapitel "Voreinstellungen". Dieses Kontrollkästchen ist vorhanden, damit Sie das Minuszeichen für Minustoleranzen nicht eingeben müssen.

Der Toleranzrahmen-Editor

Der komplexeste Teil des Toleranzbearbeitungsfensters ist der Toleranzrahmen-Editor. Er sieht wie folgt aus:



Dieser Editor besteht aus mehreren Teilen, die im Folgenden näher erläutert werden.

Das Toleranzsymbol

Das Toleranzsymbol wird im Toleranzrahmen-Editor im äußersten linken Feld angezeigt. Es zeigt das Symbol für die von Ihnen gewählte Toleranzart an. Sie können das Symbol ändern, um den Toleranztyp zu ändern. Klicken Sie auf das Toleranzsymbol, um einen anderen gültigen geometrischen Typ für die von Ihnen ausgewählten Elemente zu wählen; die anderen Symbole werden in einem Auswahlfenster angezeigt.

Der Zonen-, Element- und Merkmalsbereich

Der Zonen-, Element- und Merkmalsbereich des Toleranzrahmens enthält die Form des Toleranzbereichs, den Toleranzwert und alle Toleranzmodifikatoren. Daher enthält dieser Abschnitt mehrere Steuerungen. Ihre Verfügbarkeit hängt davon ab, welcher Toleranztyp und welche betrachteten Elemente gewählt werden.

- Das Symbol für die Form der Toleranzzone steht an erster Stelle. Es ist ⌀ für diametrale Zonen, S⌀ für sphärische Zonen und leer für planare Zonen (und für Radialbogen und senkrecht zu radialen Zonen). Wenn Sie auf das Symbol klicken, können Sie bearbeiten, welches Symbol angezeigt wird, aber die einzigen verfügbaren Symbole sind diejenigen, die für die betrachteten Elemente und den von Ihnen gewählten Toleranztyp sinnvoll sind.
- Der Toleranzwert ist der zweite. Es ist eine Zahl (0,02 im obigen Bild). Sie können ihn auf einen beliebigen positiven Wert ändern.
- Wenn es für die von Ihnen betrachteten Elemente und Toleranzart sinnvoll ist, ist die Materialzustandssteuerung als nächstes dran. Sie erscheint als <MC> , wenn es keinen Materialzustandsmodifikator gibt. Das bedeutet, dass das Element unabhängig von der Elementgröße referenziert wird (RFS). Wenn es einen maximale Materialbedingungsmodifikator (MMC) gibt, erscheint er als Ⓜ . Wenn es einen Modifikator für die geringste Materialbedingung (LMC) gibt, erscheint er als Ⓛ . Klicken Sie auf <MC> , Ⓜ oder Ⓛ , um zwischen keinem Materialbedingungs-Modifikator, dem MMC-Modifikator oder dem LMC-Modifikator zu wechseln. ISO-Ausrichtungstoleranzen (Winkelabweichung, Parallelität und

Rechtwinkligkeit) sowie Lagetoleranzen (Position, Konzentrität und Symmetrie) ermöglichen die Auswahl eines zugehörigen Toleranzmerkmal-Modifikators innerhalb dieser Steuerung. ISO-Formtoleranzen (Zirkularität, Zylindrizität, Ebenheit und Richtigkeit einer Oberfläche) ermöglichen die Auswahl eines Bezugselement-Assoziationsmodifikators innerhalb dieser Steuerung.



Sie können einen zugehörigen Toleranzelement-Modifikator (ATFM) oder einen Bezugselement-Assoziationsmodifikator (RFAM) nicht mit einem Materialbedingungsmodifikator (MMC/LMC) kombinieren.

Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

- Wenn es für die von Ihnen betrachteten Elemente und Toleranzart sinnvoll ist, ist die Steuerung der projizierten Zone als nächstes dran. Sie erscheint als `<PZ>` , wenn es keinen Modifikator für die projizierte Zone gibt. Wenn es einen Modifikator für die projizierte Zone gibt, erscheint er als \textcircled{P} mit einer projizierten Längenummer, die ihm unmittelbar folgt, etwa so: \textcircled{P} 0.8 . Klicken Sie auf die Nummer der projizierten Länge, um sie zu bearbeiten. Klicken Sie auf `<PZ>` oder \textcircled{P} , um zwischen keinem Modifikator oder dem Modifikator für die projizierte Zone umzuschalten.
- Wenn es für die von Ihnen betrachteten Elemente und Toleranztyp sinnvoll ist, ist die Tangentialebenensteuerung das nächste. Sie erscheint als `<T>` , wenn kein Tangentialebenenmodifikator vorhanden ist. Wenn es einen Tangentialebenenmodifikator gibt, erscheint er als \textcircled{T} . Klicken Sie auf `<T>` oder \textcircled{T} , um zwischen keinem Tangentialebenenmodifikator und dem Tangentialebenenmodifikator umzuschalten.



Der Modifikator Tangentialebene ist für ASME Y14.5 1994 nicht verfügbar.

- Bei Profiltoleranzen erscheint die Profilmodifikator-Steuerung nach der Toleranz. Sie erscheint als `<UZ>` , wenn kein Profilmodifikator vorhanden ist. Wenn ein ungleicher ASME-Dispositionsmodifikator vorhanden ist, erscheint er als \textcircled{U} bei einem ungleichen Dispositionsabstand, der ihm

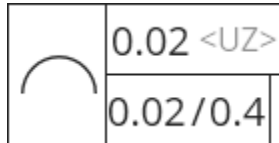
unmittelbar folgt, wie folgt: \textcircled{U} 0.02 . Wenn es einen Modifikator für ungleiche ISO-Disposition gibt, erscheint er als **UZ** bei einem ungleichen Dispositionsabstand, der ihm unmittelbar folgt, so wie folgt: **UZ 0.02** . Wenn es einen ASME dynamischen Profilmodifikator gibt, erscheint er als Δ . Wenn es einen ISO-Versatzzonen-Modifikator gibt, erscheint er als **OZ** .



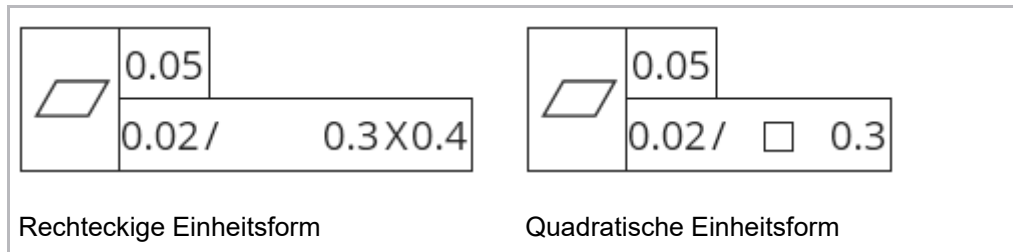
Der Modifikator für die Tangentialebene \textcircled{T} und der Modifikator für ungleiche Anordnung \textcircled{U} stehen für ASME Y14.5 1994 nicht zur Verfügung.

Der Modifikator für dynamische Profile Δ ist für ASME Y14.5 1994 und ASME Y14.5 2009 nicht verfügbar.

- Für die Geradheit pro Einheit und das Profil pro Einheit einer Linie können Sie die Länge pro Einheit direkt nach dem Symbol / bearbeiten, wie im unteren Segment unten gezeigt:



- Für die Ebenheit pro Einheit gibt es rechts neben dem Symbol / die Einheitsform-Steuerung. Sie erscheint leer, wenn die Einheit rechteckig ist, und sie erscheint als Quadrat \square , wenn die Einheitsform quadratisch ist. Rechteckige Einheitsformen geben Ihnen eine Länge und eine Breite zur Bearbeitung an, während quadratische Einheitsformen nur eine Länge angeben. Klicken Sie auf das Leerzeichen oder das Quadrat, um zwischen den beiden zu wechseln.

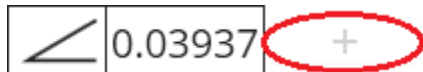


Bezugsbereich

Der Bezugsbereich eines Toleranzrahmens (oder eines Toleranzindikators) befindet sich genau rechts neben der Zonen-, Element- und Merkmalsbereich. Dieser besteht aus null bis drei Feldern. Jedes Feld enthält eine Bezugsreferenz (möglicherweise einen allgemeinen Bezugsreferenz) und keinen oder mehrere Bezugsmodifikatoren.

Die Schaltfläche Bezug hinzufügen

Mit der Schaltfläche **+** auf der rechten Seite des Toleranzrahmen-Editors können Sie Bezüge hinzufügen:

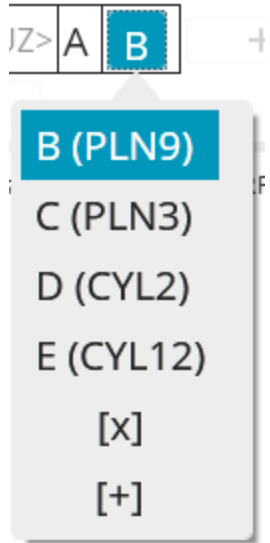


Wenn Sie auf diese Schaltfläche klicken, fügt PC-DMIS Ihrem Toleranzrahmen einen vordefinierten Bezug hinzu. Jedes Mal, wenn Sie darauf klicken, fügt es einen vordefinierten Bezug hinzu, der nicht bereits zu diesem Toleranzrahmen hinzugefügt wurde.

Wenn kein vordefinierter Bezug vorhanden ist, der nicht bereits zum Toleranzrahmen hinzugefügt wurde (oder wenn überhaupt keine vordefinierten Bezüge vorhanden sind), dann zeigt diese Schaltfläche das Dialogfeld **Bezugsdefinition** an. Sie können dieses Dialogfeld zur Definition eines Bezugspunkts verwenden. (Informationen über das Dialogfeld finden Sie unter "Dialogfeld-Verwendung und Befehlssyntax"). Dadurch wird ein Befehl zur Bezugsdefinition direkt über Ihrem geometrischen Toleranzbefehl eingefügt. Der neue Bezug wird jedoch nicht automatisch für Sie ausgewählt. Das bedeutet, dass Sie erneut auf die Schaltfläche zum Hinzufügen eines Bezugs (+) klicken müssen, um die neue Bezugsreferenz auszuwählen.

Ändern einer Bezugsreferenz

Um einen Bezugsreferenz in einem Bezugsfeld zu ändern, klicken Sie auf die Bezugsreferenz. Es erscheint ein Auswahlménü, aus dem Sie eine neue Referenz auswählen können:



Aus dem Auswahllisten können Sie eine vordefinierte Bezugsreferenz auswählen, wobei der Elementname in Klammern neben der Bezugsreferenz angezeigt wird (Bezugsmuster zeigen nur einen Elementnamen, und allgemeine Bezüge zeigen keine Elementnamen).

Wenn Sie die Option **[X]** wählen, wird das Bezugsfeld gelöscht.

Wenn Sie die Option **[+]** wählen, wird das Dialogfeld **Bezugsdefinition** geöffnet, so dass Sie einen neuen Bezugspunkt definieren können. (Informationen über das Dialogfeld finden Sie unter "Dialogfeld-Verwendung und Befehlssyntax"). Der neue Bezug wird jedoch nicht automatisch für Sie ausgewählt. Das bedeutet, dass Sie auf den alten Bezugsreferenz aus dem Bezugsfeld klicken und dann die neue Bezugsreferenz wählen müssen.

Bezugsmodifikatoren

Rechts neben jeder Bezugsreferenz befinden sich die Steuerelemente für alle Bezugsmodifikatoren.

- Wenn es für Ihren Bezug und Toleranztyp sinnvoll ist, steht die Materialbegrenzungssteuerung an erster Stelle. Sie erscheint als **<MC>** wenn Sie den Bezug ohne Materialmodifikator referenzieren. Das bedeutet, dass der Bezugspunkt unabhängig von der Materialgrenze (RMB) referenziert wird. Wenn es einen Modifikator für die maximale Materialgrenze (MMB) gibt, erscheint er als **(M)**. Wenn es einen Modifikator für die kleinste Materialgrenze (LMB) gibt, erscheint er als **(L)**. Klicken Sie auf **<MC>**, **(M)** oder **(L)**, um

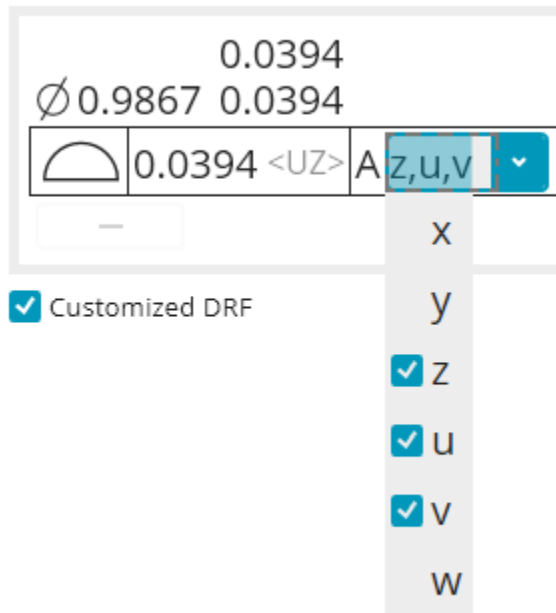
zwischen keinem Materialmodifikator, dem MMB-Modifikator oder dem LMB-Modifikator zu wechseln.

- Wenn ein Bezug in MMB oder LMB referenziert wird und Sie das Kontrollkästchen **Erweiterte Modifikatoren** markiert haben, können Sie eine Materialbegrenzungsgröße angeben. Dabei handelt es sich weder um die Nenngröße des Bezugslements noch um die maximale oder minimale Materialbedingungsgröße des Bezugslements. Weitere Informationen über Materialbegrenzungsgrößen finden Sie im Unterthema "Bestimmen der Größe der Materialbegrenzung" des Themas "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet". Bei Bezugszylindern sieht dieser Modifikator wie folgt aus, wenn Sie keine Materialgrenzengröße angegeben haben: $\varnothing<\text{size}>$. Nachdem Sie eine Materialbegrenzungsgröße angegeben haben, sieht der Modifikator wie folgt aus: $\varnothing9.2$, mit der von Ihnen angegebenen Größe. Um eine angegebene Materialbegrenzungsgröße zu entfernen, löschen Sie den Größenwert und drücken dann die Tabulatortaste, um den Modifikator zu entfernen. Weitere Informationen finden Sie unter "Zusätzliche Optionen" weiter unten.
- Wenn es sich bei dem Bezug um einen sekundären oder tertiären Bezug handelt und Sie das Kontrollkästchen **Erweiterte Modifikatoren** markiert haben, erscheint die Übersetzungssteuerung als nächstes. Sie erscheint als $<\text{TR}>$, wenn der Bezug ohne Übersetzungsmodifikator referenziert wird. Wenn ein Übersetzungsmodifikator vorhanden ist, erscheint er als \triangleright . Klicken Sie auf $<\text{TR}>$ oder \triangleright , um zwischen keinem Übersetzungsmodifikator und dem Übersetzungsmodifikator zu wechseln. Weitere Informationen finden Sie unter "Zusätzliche Optionen" weiter unten.



Der Übersetzungsmodifikator ist für ASME Y14.5 1994 nicht verfügbar.

- Positions- und Profil-ASME-Toleranzen haben ein Kontrollkästchen **Benutzerdefinierter DRF**. Weitere Informationen finden Sie unter "Zusätzliche Optionen" weiter unten.



Wenn Sie dieses Kontrollkästchen markieren, ermöglicht PC-DMIS den Zugriff auf benutzerdefinierte Bezugsrahmen für Bezugspunkte und entfernt den Zugriff auf erweiterte Bezugsmodifikatoren. Wo immer es möglich ist, bestimmt PC-DMIS die Freiheitsgrade, die jeder Bezug auf natürliche Weise einschränken würde. Wenn die Software nicht bestimmen kann, welche Freiheitsgrade eingeschränkt werden sollen, wird in der Anpassung <DOF> angezeigt und Sie müssen eine manuelle Auswahl treffen. Die Software deaktiviert dieses Kontrollkästchen standardmäßig, da Sie in den meisten Fällen keine angepassten Bezugsrahmen benötigen.



Für ASME Y14.5 1994 sind keine benutzerdefinierten DRFs verfügbar.

Weitere Informationen zu kundenspezifischen Bezugsrahmen und den damit verbundenen Regeln finden Sie in ASME Y14.5 2018 Abschnitt 7.22 und den Abbildungen 7-55, 7-56 und 7-57.

Zusätzliche Optionen

Kontrollkästchen Erweiterte Modifikatoren

Dieses Kontrollkästchen ist nicht verfügbar, wenn Sie ASME Y14.5 1994 als F<-Standard auswählen. Alle anderen F<-Standardoptionen finden Sie im Bereich zur Toleranzbearbeitung, wie hier dargestellt:

Advanced Modifiers

Positions- und Profiltoleranzen haben ein Kontrollkästchen **Erweiterte Modifikatoren**. Wenn Sie dieses Kontrollkästchen aktivieren, ermöglicht PC-DMIS den Zugriff auf Übersetzungsmodifikatoren (ASME), spezifizierte Materialgrenzmodifikatoren (ASME) und den [DF]-Modifikator (ISO). Es entfernt auch den Zugriff auf benutzerdefinierte Bezugsreferenzrahmen. Dieses Kontrollkästchen ist standardmäßig deaktiviert, da die meisten Benutzer diese erweiterten Modifikatoren nicht benötigen.

Kontrollkästchen "Benutzerdefiniertes BS"

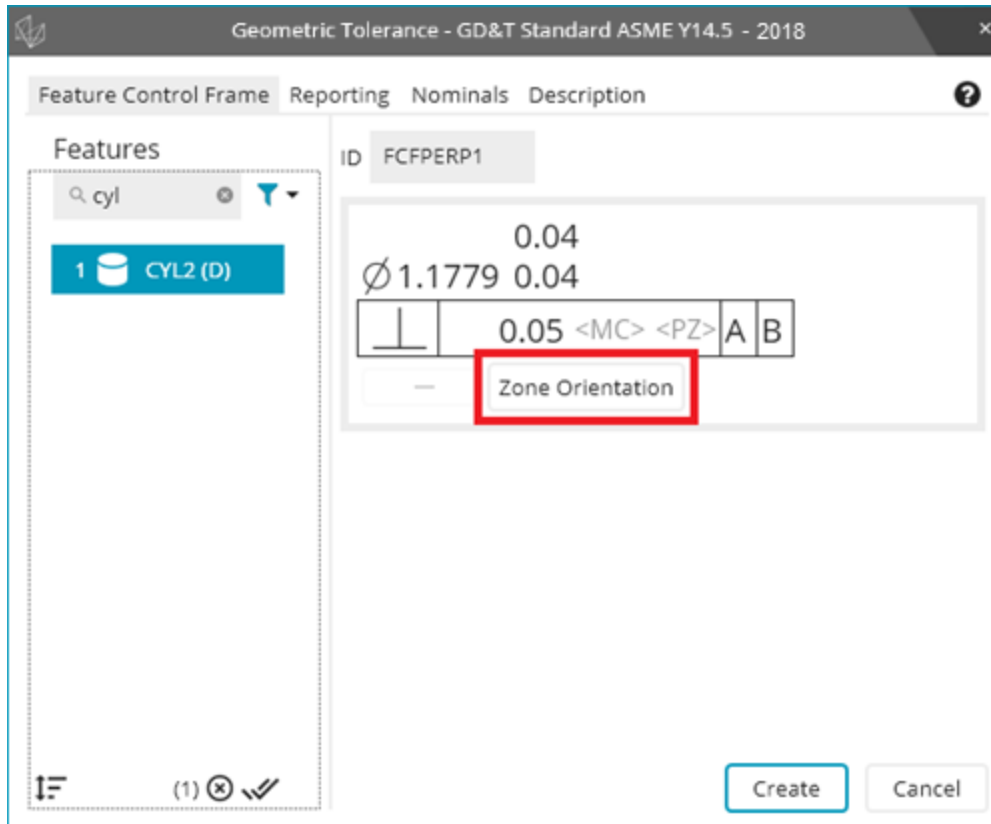
Dieses Kontrollkästchen ist nicht verfügbar, wenn Sie ASME Y14.5 1994 oder ISO 1101 2012/2017 als F<-Standard auswählen. Alle anderen F<-Standardoptionen finden Sie im Bereich zur Toleranzbearbeitung, wie hier dargestellt:

Customized DRF

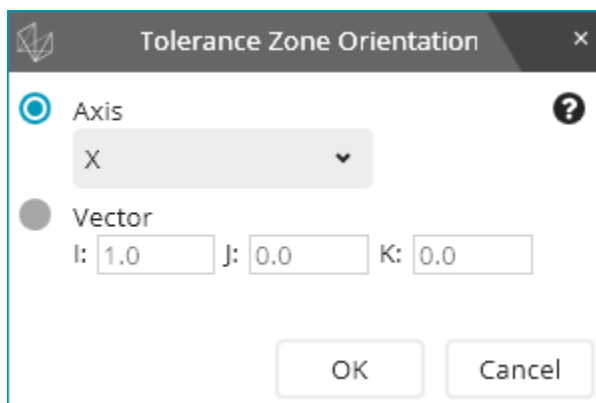
Positions- und Profil-ASME-Toleranzen haben ein Kontrollkästchen **Benutzerdefinierter DRF**. Wenn Sie dieses Kontrollkästchen markieren, ermöglicht PC-DMIS den Zugriff auf benutzerdefinierte Bezugsrahmen für Bezugspunkte und entfernt den Zugriff auf erweiterte Bezugsmodifikatoren. Dieses Kontrollkästchen ist standardmäßig deaktiviert, da die meisten Benutzer keine benutzerdefinierten Bezugsreferenzrahmen benötigen.

Zonenausrichtung

Wenn es für das gewählte Symbol für die Form der Toleranzzone, den Toleranztyp und die betrachteten Elemente sinnvoll ist, wird die Schaltfläche **Zonenausrichtung** sichtbar:



Wenn Sie auf die Schaltfläche **Zonenausrichtung** klicken, erscheint das Dialogfeld **Toleranzzonen-Ausrichtung**. In diesem Dialogfeld können Sie die Ausrichtung der Toleranzzone steuern:



Im Dialogfeld **Toleranzzonen-Ausrichtung** können Sie den Oberflächennormalenvektor der planaren Toleranzzone oder den Achsenvektor der diametralen Toleranzzone definieren. Die Auswahlliste **Achse** ist für den Fall, dass sich der Vektor entlang der X-, Y- bzw. Z-Achse befindet. Alternativ können Sie mit der Option **Vektor** und den Kästchen darunter einen beliebigen Vektor auswählen.

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

Wenn z. B. eine Positionstoleranz die X-Komponente der Position (planare Toleranzzone) steuert, sollte der Oberflächennormalenvektor der Toleranzzone X sein.

Der Zonenorientierungsvektor ist immer in Werkstückkoordinaten, niemals in Bezugsrahmenkoordinaten. Er ist auch immer normalisiert (hat die Länge gleich 1) und immer mit der Orientierung des betrachteten Elements kompatibel.

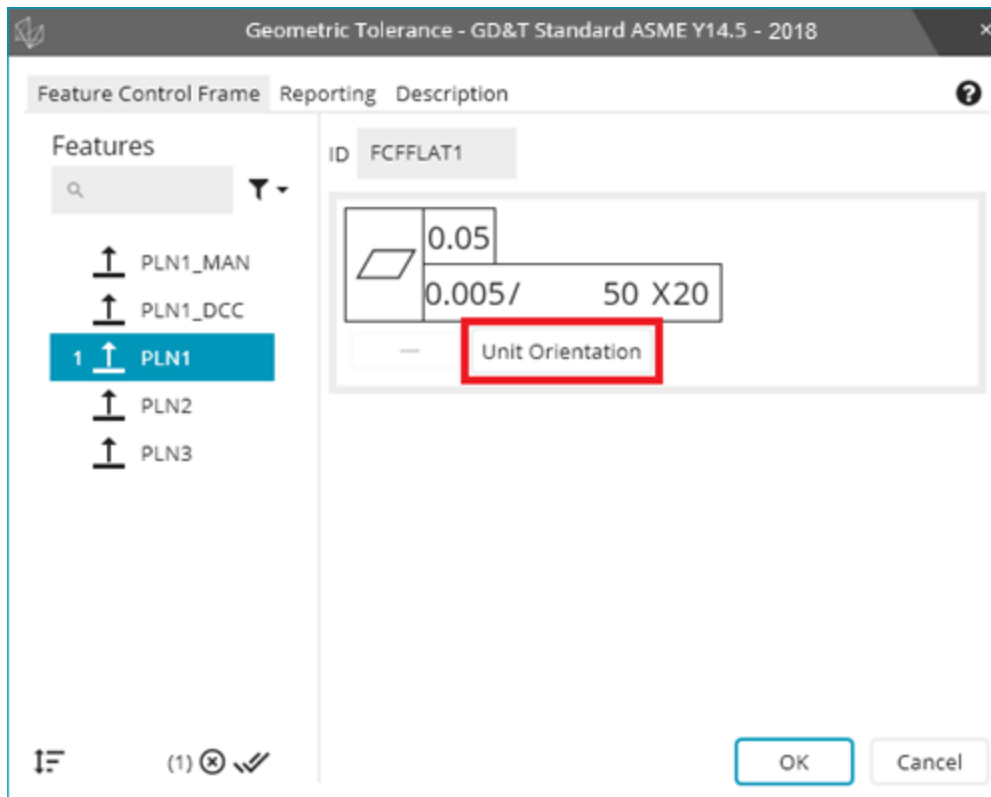
Um eine polare Toleranzzone (radialer Bogen oder senkrecht zur Radialen) auszuwählen, klicken Sie auf die Schaltfläche **Zonenausrichtung**, und wählen Sie in der Auswahlliste **Achse** die Option **Radialer Bogen** oder **Orthogonal zum Radius**.

Einheitenausrichtung

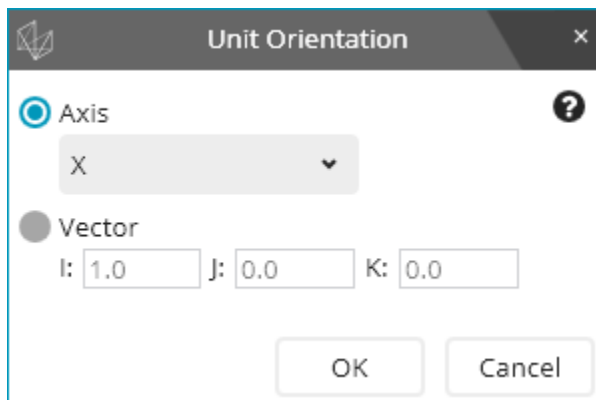
Ebenheitstoleranzen pro Einheit haben quadratische oder rechteckige Einheiten, wie im Thema "Ebenheit" beschrieben. Der geometrische Toleranzbefehl muss wissen, wie das Gerät auf der ebenen Fläche ausgerichtet werden soll. Sie können die Ebenheit pro Einheit mit dem Pluszeichen aktivieren, das das untere Segment hinzufügt:



Die Schaltfläche **Einheitenausrichtung** wird sichtbar:



Wenn Sie auf die Schaltfläche **Einheitenausrichtung** klicken, erscheint das Dialogfeld **Einheitenausrichtung**. In diesem Dialogfeld können Sie die Ausrichtung der Einheiten steuern:



Im Dialogfeld **Einheitenausrichtung** können Sie den Ausrichtungsvektor der Einheit festlegen. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Ebeneheit der Einheit" im Thema "Ebeneheit".

Kegelhalbwinkel

Dieses Kontrollkästchen befindet sich unter dem Toleranzbearbeitungsfenster und sieht wie folgt aus:

☒ Half Cone Angle 45

Bei Rundlauftoleranzen auf Kreisen können Sie mit dem Befehl Geometrische Toleranz den Kreis als Querschnitt eines Kegels statt als Querschnitt eines Zylinders behandeln. Zu diesem Zweck können Sie das Kontrollkästchen **Kegelhalbwinkel** aktivieren und dann einen Winkelwert für den halben Kegelwinkel eingeben. Weitere Informationen, insbesondere die Bedeutung des Vorzeichens des Kegelhalbwinkels, finden Sie unter "Rundlauf".

Zirkularität versus Konizität

Das Kontrollkästchen **Konizität** befindet sich unter dem Toleranzbearbeitungsfenster und sieht wie folgt aus:

☐ Conicity

Wie im Thema "Zirkularität" diskutiert, kann PC-DMIS Zirkularitätstoleranzen auf Kegeln als echte Zirkularität oder als Konizität bewerten. Standardmäßig wird es als echte Zirkularität ausgewertet, aber Sie können es durch Aktivieren dieses Kontrollkästchens in Konizität ändern.

Löcher - Länge versus Breite

Diese linken und rechten Optionen werden im Toleranzbearbeitungsfenster angezeigt, wenn es sich bei den betrachteten Elementen um Löcher handelt:



Die linke Option betrachtet das Loch in der Breite. Die Größe des Lochs ist seine Breite, und das Toleranzfeld steuert die Position des Lochs in Breitenrichtung.

Die rechte Option betrachtet das Loch in Längsrichtung. Die Größe des Lochs ist seine Länge, und das Toleranzfeld steuert die Position des Lochs in Längsrichtung.

Mediane Punkte versus Achse

Diese Optionen erscheinen innerhalb des Toleranzbearbeitungsfensters, wenn Sie Konzentritäts- oder Symmetrietoleranz mit ASME haben:

☒ Median Points ☐ Axis

Für Konzentritäts- und Symmetrie-ASME-Toleranzen Y14.5 1994 or ASME Y14.5 2009, wenn die betrachteten Elemente Oberflächendaten haben, kann PC-DMIS diese

in Bezug auf die **Medianpunkte** oder in Bezug auf die **Achse** interpretieren. Sie können die gewünschte Option wählen, um die Interpretation zu steuern. **Medianpunkte** ist die Standardeinstellung.

Hinzufügen und Entfernen von Segmenten

Unterhalb des Toleranzrahmen-Editors befinden sich die Schaltflächen **+** und **-** zum Hinzufügen bzw. Entfernen von Segmenten. Wenn es keinen Sinn macht, weitere Segmente hinzuzufügen, ist die Schaltfläche **+** nicht verfügbar.

Die Schaltflächen sehen wie folgt aus:



Sie können diese Schaltflächen verwenden, um zusammengesetzte Positionstoleranzen, zusammengesetzte Profilltolanzen und Toleranzen pro Einheit zu konstruieren.

Der Bereich Informationen

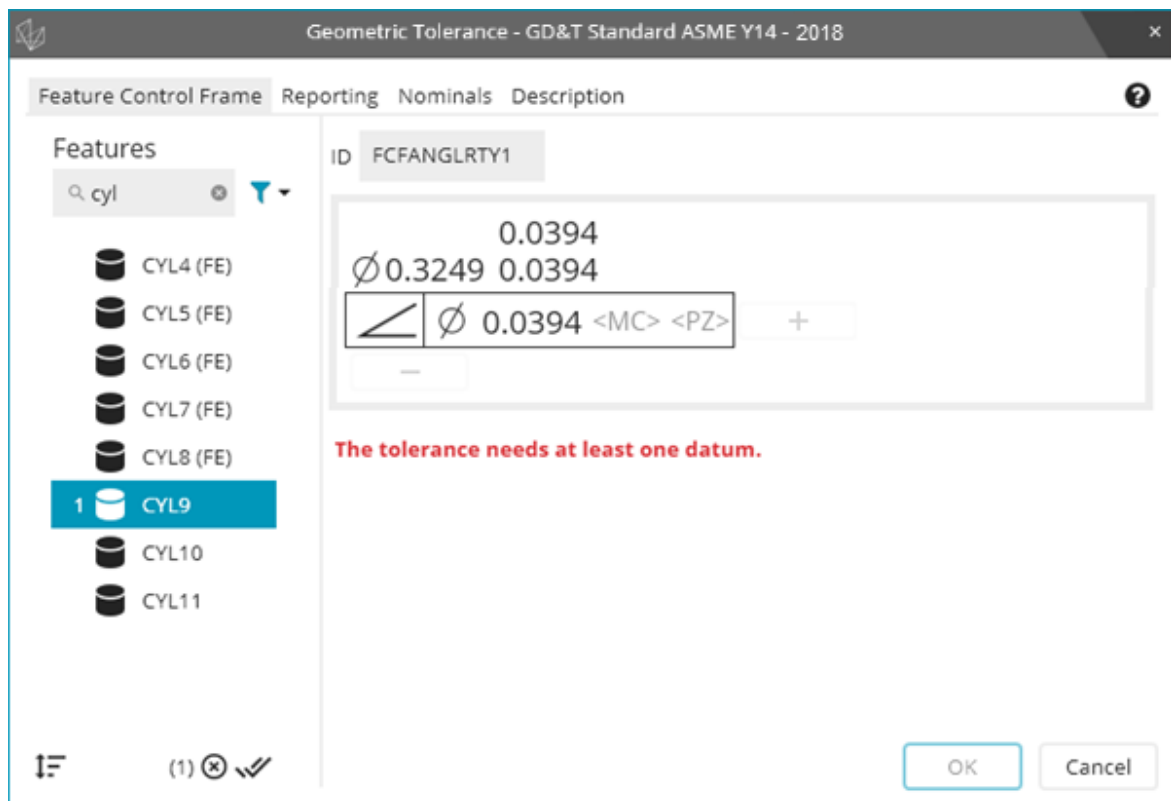
Unter all diesen Toleranzrahmen-Optionen zeigt PC-DMIS Fehlermeldungen, Warnungen und andere Informationsmeldungen. Informationen darüber, wie Sie Fehler- oder Warnmeldungen beheben können, finden Sie unter "Fehlerbehebung bei Fehlermeldungen und Warnungen".

Fehlermeldungen - Fehlermeldungen werden in **rot** angezeigt.

Wenn eine Fehlermeldung angezeigt wird, können Sie im Dialogfeld nicht auf **Erstellen** oder **OK** klicken.

Fehlermeldungen sehen wie folgt aus:

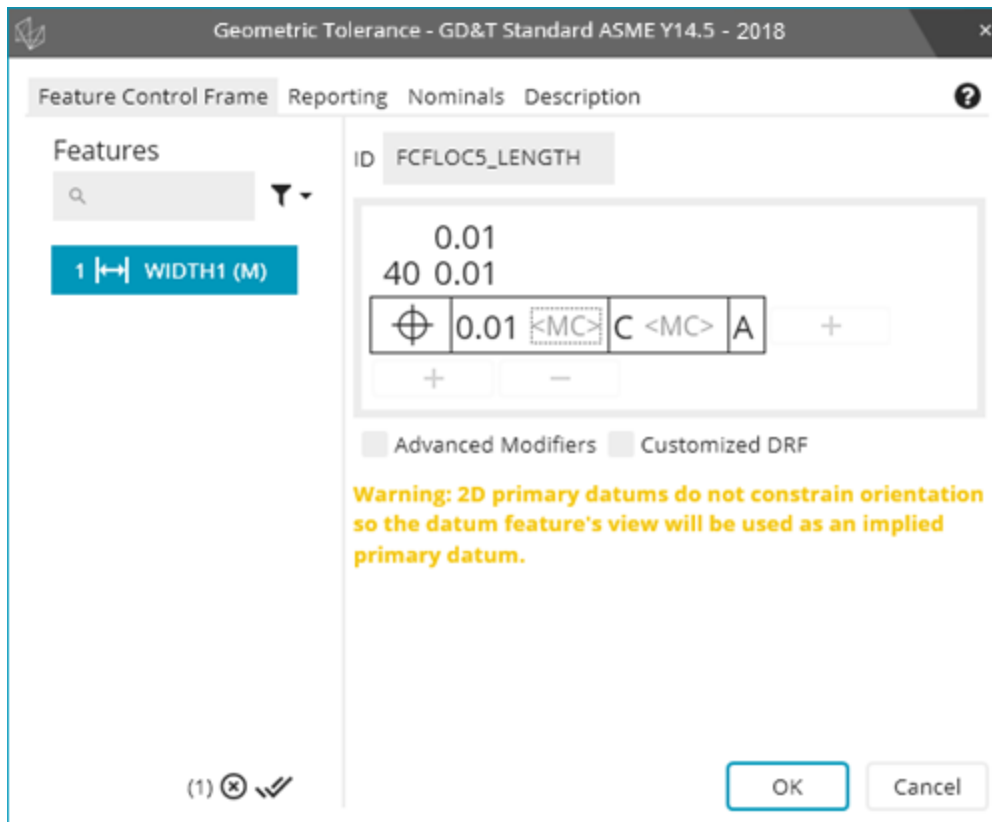
Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten



Warnungen - Warnungen werden **gelb** angezeigt

Wenn eine Warnung angezeigt wird, können Sie im Dialogfeld auf **Erstellen** oder **OK** drücken.

Warnungen sehen wie folgt aus:

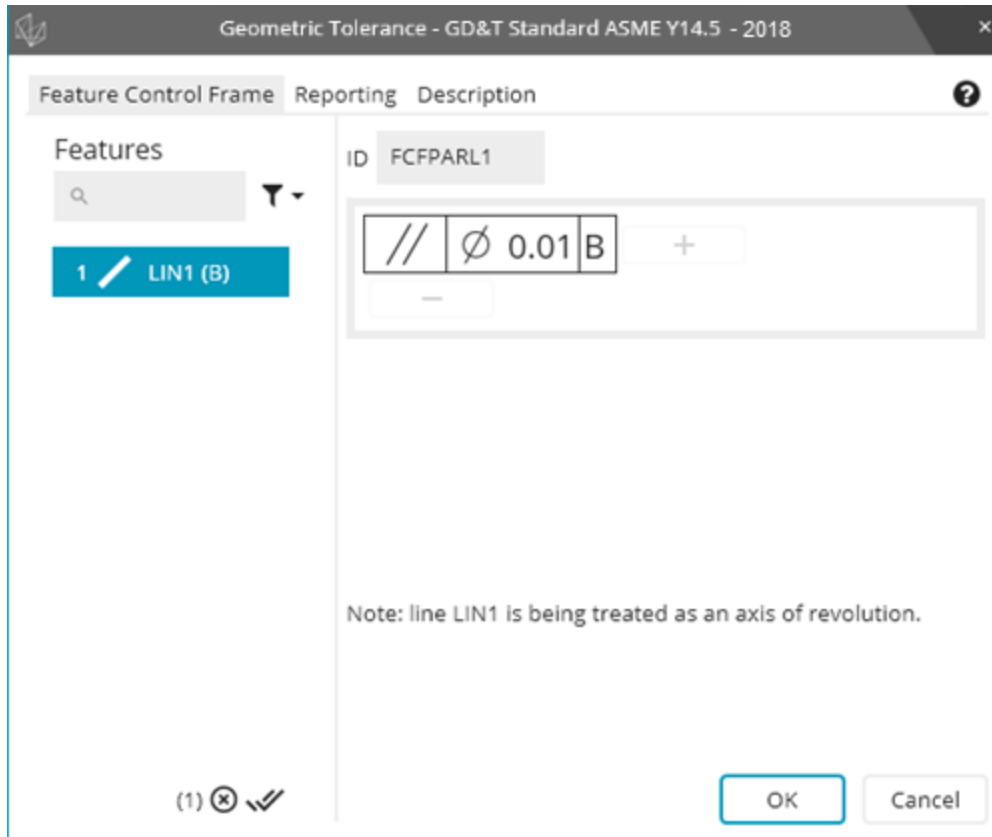


Interpretationsmeldungen - Interpretationsmeldungen werden in Schwarz angezeigt.

Interpretationsmeldungen werden angezeigt, wenn Sie ein konstruiertes Linienelement als Bezugselement oder als berücksichtigtes Element verwenden. Die Meldung teilt Ihnen mit, ob PC-DMIS das Element als Linie auf einer Fläche (z. B. Querschnitt einer ebenen Fläche) oder als Drehachse (z. B. flächenlose Achse) interpretiert. Weitere Informationen darüber, welche Linientypen als Linie auf einer Fläche und welche als Drehachse betrachtet werden, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Oberflächendaten".

Interpretationsmeldungen sehen so aus:

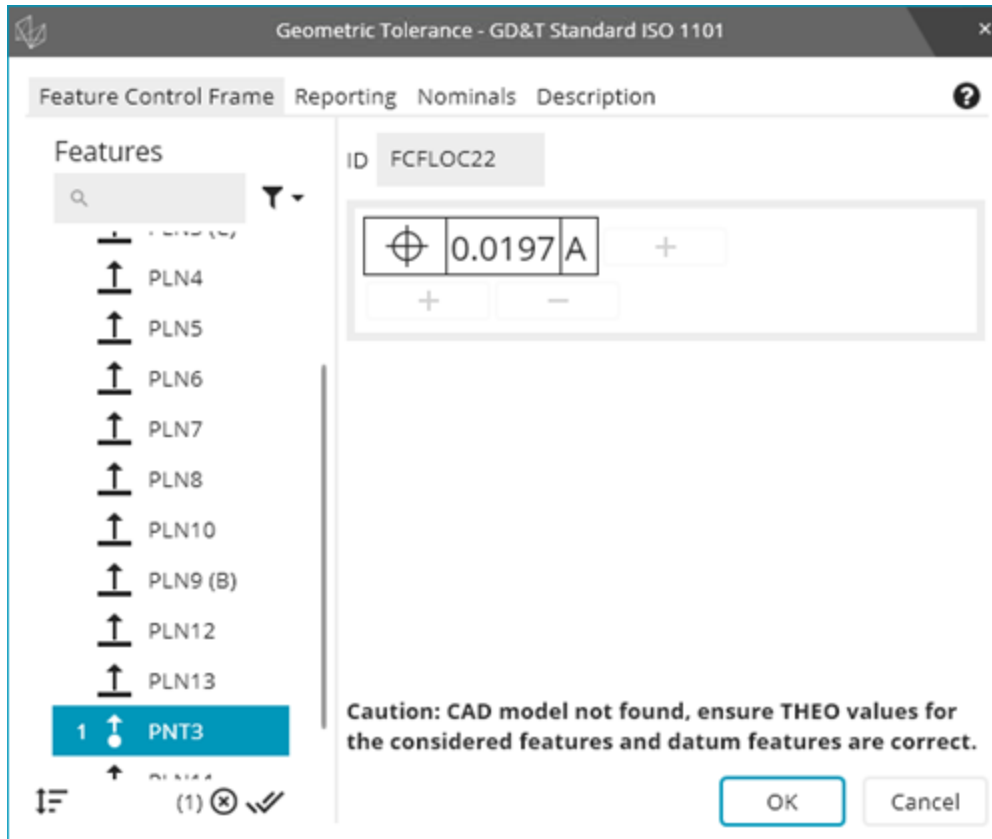
Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten



CAD-Warnmeldungen - Es gibt eine zusätzliche Art von Warnmeldung, die in Schwarz direkt über den Hauptbefehlsschaltflächen im Dialogfeld angezeigt wird.

Wenn Sie kein CAD-Modell besitzen, kann PC-DMIS nicht sicherstellen, dass alle THEO-Werte Ihres Programms korrekt sind. Das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** zeigt eine Warnmeldung an, die Sie darauf hinweist, dass Sie sicherstellen müssen, dass Ihre THEO-Werte alle korrekt sind. Sie können im Dialogfeld immer noch auf **Erstellen** oder **OK** klicken.

Diese CAD-Warnung sieht wie folgt aus:

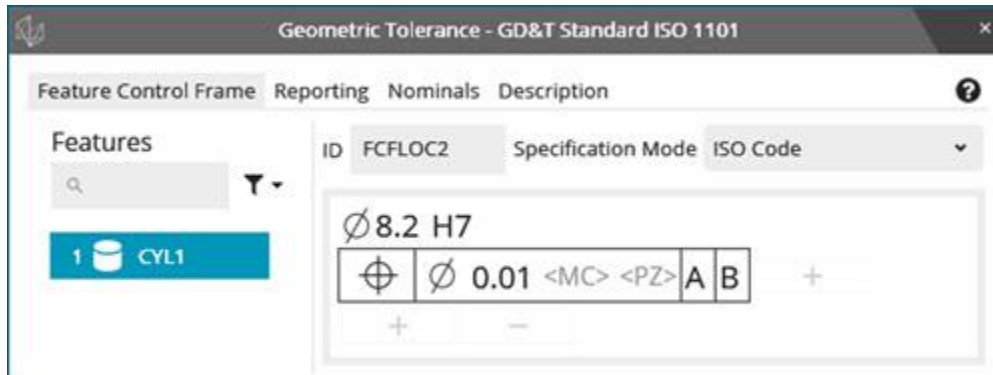


Spezifikationsmodus

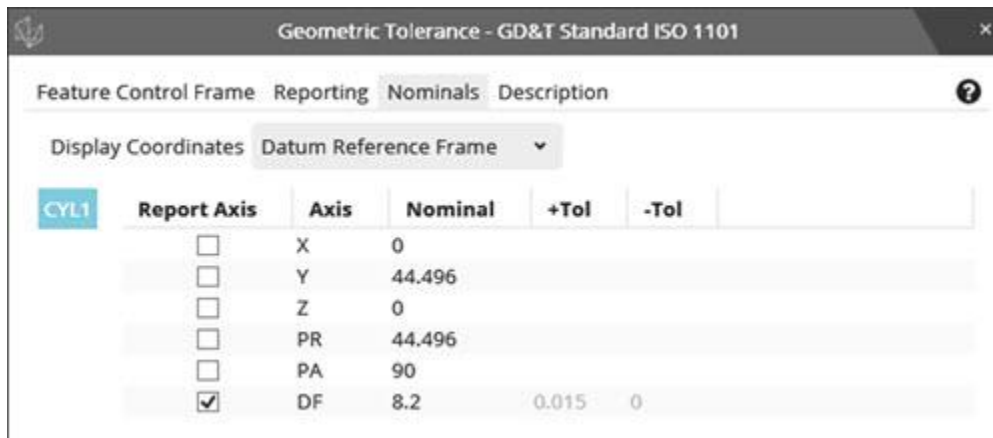
Die Liste **Spezifikationsmodus** steuert den **Größentoleranzeditor**. Für ein Element der Größe, wenn Sie die Option **Nennwerte mit Abweichung** auswählen, werden Toleranzen wie im Abschnitt "Der Größentoleranz-Editor" beschrieben eingegeben.

Wenn Sie die Option **ISO-Code** auswählen, zeigt der Größentoleranz-Editor einen standardmäßigen ISO H7-Code an. Geben Sie das entsprechende Limit ein, wie es in ISO 286-1 definiert ist. Der Standard ISO 286-1 definiert Hunderte von Toleranzcodes, die in etwa wie "E9" und "H7" aussehen. Die ISO 286-1 Norm ist groß- und kleinschreibungsempfindlich. Zum Beispiel sind Bohrungen in Großbuchstaben und Wellen in Kleinbuchstaben geschrieben. Sie können den Standard sowohl in Großbuchstaben als auch in Kleinbuchstaben eingeben. PC-DMIS bestimmt, ob das betrachtete Element ein internes oder externes Elementtyp ist und korrigiert Ihre Eingabe dann automatisch in die passende Groß- oder Kleinschreibung, falls erforderlich.

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten



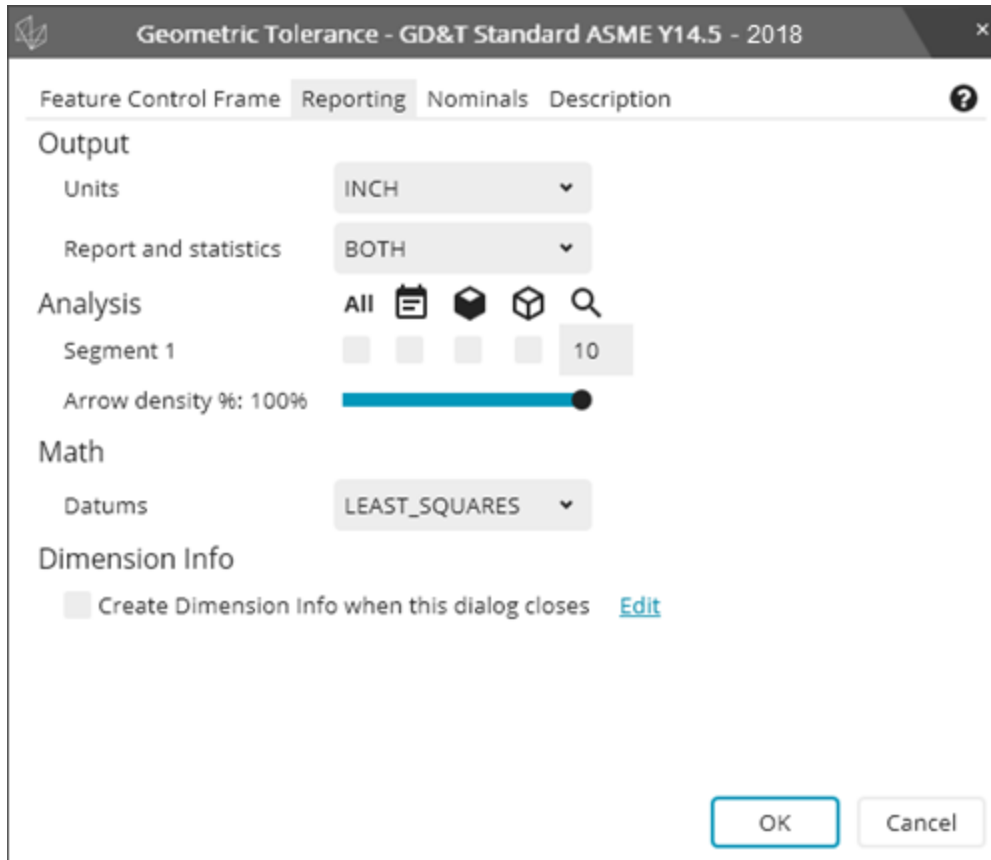
Auf der Registerkarte **Nennwerte** zeigt PC-DMIS die entsprechende Toleranz basierend auf der Nenngröße an.



Registerkarte "Protokollieren"

Einführung

Auf der Registerkarte **Protokollieren** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** stehen mehrere Optionen zur Verfügung, um zu steuern, wie PC-DMIS die Berechnungen auswertet und protokolliert. Die Registerkarte **Protokollieren** sieht wie folgt aus:



Ausgabe

Der Bereich **Ausgabe** der Registerkarte **Protokollieren** enthält diese beiden Auswahllisten:

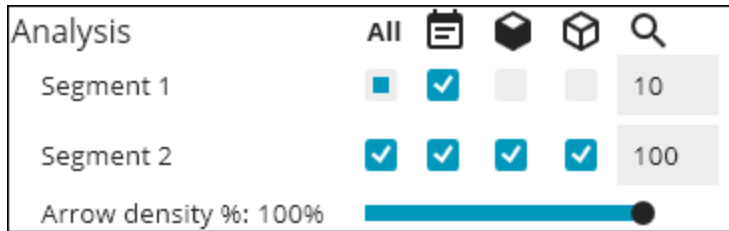
Einheiten - Auf diese Weise können Sie die Ergebnisse entweder in Zoll oder mm angeben, unabhängig von den Merkmalen Ihrer Messroutine.

Protokoll und Statistiken - Damit können Sie die Ergebnisse an das **PROTOKOLL**, die **STATISTIKEN**, **BEIDE** oder **KEINE** senden.

Analyse


Im Bereich **Analyse** der Registerkarte **Protokoll** können Sie die textlichen und grafischen Analyseoptionen steuern. Es gibt eine Reihe von Kontrollkästchen für jedes Segment des geometrischen Toleranzbefehls. Bei zwei Segmenten sieht der Bereich **Analyse** beispielsweise wie folgt aus:


Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten





Das Symbol über jeder Spalte mit Kontrollkästchen ist eine Bezeichnung für die Art der Analyse, die diese Spalte mit Kontrollkästchen steuert:

All - Durch Aktivieren oder Deaktivieren wird die gesamte Reihe der Kontrollkästchen aktiviert oder deaktiviert.

 - Damit wird die textuelle Analyse aktiviert oder deaktiviert. Sie können mit dem Mauszeiger über das Symbol fahren, um ein QuickInfo für die textuelle Analyse des Protokolls anzuzeigen.

 - Dies schaltet die grafische CAD-Analyse ein oder aus. Sie können mit dem Mauszeiger über das Symbol fahren, um eine QuickInfo für die grafische CAD-Analyse anzuzeigen.

 - Dadurch wird die grafische Analyse des Protokolls aktiviert oder deaktiviert. Sie können mit dem Mauszeiger über das Symbol fahren, um eine QuickInfo für die grafische Analyse des Protokolls anzuzeigen.

 - Diese Felder zeigen die Zahlenwerte der Pfeil-Multiplikatoren für jedes Segment.

Schieberegler **Pfeildichte %** – Mit diesem Schieberegler kannst du den Prozentwert der Pfeildichte anpassen.

Berechnung

Im Bereich **Berechnung** der Registerkarte **Protokollieren** können Sie die Berechnungsoptionen für die Bewertung der geometrischen Toleranz steuern. Die verfügbaren Optionen für den Berechnungstyp hängen davon ab, ob Sie den ASME- oder den ISO-Standard auswählen.

Math		Math	
Datums	LEAST_SQUARES ▼	Datums	DEFAULT ▼
Considered Features	DEFAULT ▼	Associated Features	DEFAULT ▼
		Size	DEFAULT ▼

Bereich Berechnung mit ASME (links) und ISO (rechts).

ASME-Berechnungstypen

Die Liste **Betrachtete Elemente** steuert die Berechnung, um Größentoleranzen zu lösen und/oder das tolerierte Element aus dem betrachteten Element zu erzeugen. Sie ist verfügbar, wenn die betrachteten Elemente Flächendaten haben und entweder (a) eine Größentoleranz vorliegt oder (b) das tolerierte Element sich von dem betrachteten Element unterscheidet. Weitere Informationen über die Bedeutung der Optionen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements" und "Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl".

Die Liste **Toleranzbereich** (nicht abgebildet) steuert die Berechnung zur Optimierung des tolerierten Elements im Toleranzbereich. Sie erscheint für Formtoleranzen und für Profiltoleranzen ohne Bezüge. Weitere Informationen zur Bedeutung der Optionen finden Sie in folgenden Themen:

- Rundheit
- Zylindrizität
- Ebenheit
- Profil einer Linie
- Profil einer Fläche
- Geradheit

ISO-Berechnungstypen

Die Liste **Verbundene Elemente** steuert die Berechnung zur Erstellung des tolerierten Elements aus dem betrachteten Element. Sie ist verfügbar, wenn die betrachteten Elemente Flächendaten haben und entweder (a) eine Größentoleranz vorliegt oder (b) das tolerierte Element sich von dem betrachteten Element unterscheidet. Weitere Informationen über die Bedeutung der Optionen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements" und "Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Die Liste **Größe** steuert die Berechnung zur Lösung der Größentoleranzen. Sie ist verfügbar, wenn die betrachteten Elemente Flächendaten haben und entweder (a) eine Größentoleranz vorliegt oder (b) das tolerierte Element sich von dem


Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

betrachteten Element unterscheidet. Weitere Informationen über die Bedeutung der Optionen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements" und "Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Die Liste **Toleranzbereich** (nicht abgebildet) steuert die Berechnung zur Optimierung des tolerierten Elements im Toleranzbereich. Sie erscheint bei allen Formtoleranzen und bei Profiltoleranzen ohne Bezugsreferenzen.

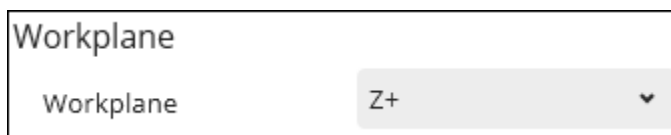
Bereiche Größe oder Arbeitsebene

Der Bereich **Größe** auf der Registerkarte **Protokollieren** ist für die meisten Funktionen verfügbar. Damit können Sie steuern, ob lokale Größen erfasst werden sollen. Er kann wie folgt aussehen:



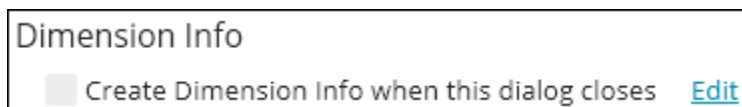
Die Option **Lokale Größe** ist entweder **EIN** oder **AUS**. Sie ist für betrachtete Elemente mit Flächendaten verfügbar, wenn es eine Größentoleranz gibt. Weitere Informationen finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem geometrischen Toleranzbefehl".

Bei anderen Funktionen, z. B. einem Linienprofil, ändert sich der Bereich **Größe** in den Bereich **Arbeitsebene**, in dem Sie die Arbeitsebene aus der Liste auswählen können. Er kann wie folgt aussehen:



Merkmal-Info

Der Bereich **Merkmalinfo** der Registerkarte **Protokollieren** sieht wie folgt aus:



Wenn Sie das Kontrollkästchen markieren, fügt PC-DMIS nach dem geometrischen Toleranzbefehl einen Merkmalinfo-Befehl in Ihre Messroutine ein. Sie können rechts neben dem Kontrollkästchen auf **Bearbeiten** klicken, um die Optionen des Merkmalinfo-Befehls zu ändern.

Registerkarte 'Nennwerte'

Einführung

Die Registerkarte **Nennwerte** des Dialogfelds **Geometrische Toleranz** ist für Positionstoleranzen und für geometrische Toleranzen mit Größentoleranz verfügbar.

Er sieht wie folgt aus:

Geometric Tolerance - GD&T Standard ASME Y14.5 - 2018

Feature Control Frame Reporting **Nominals** Description ?

Display Coordinates Datum Reference Frame ▼

	Report Axis	Axis	Nominal	+Tol	-Tol
CYL2					
CYL3	<input type="checkbox"/>	X	0		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	10		
	<input type="checkbox"/>	Z	0		
	<input type="checkbox"/>	PR	10		
	<input type="checkbox"/>	PA	180		
	<input checked="" type="checkbox"/>	DF	6	0.1	0.2
	<input checked="" type="checkbox"/>	A	40	0.4	0.4
	<input checked="" type="checkbox"/>	B	5	0.03	0.02

OK Cancel

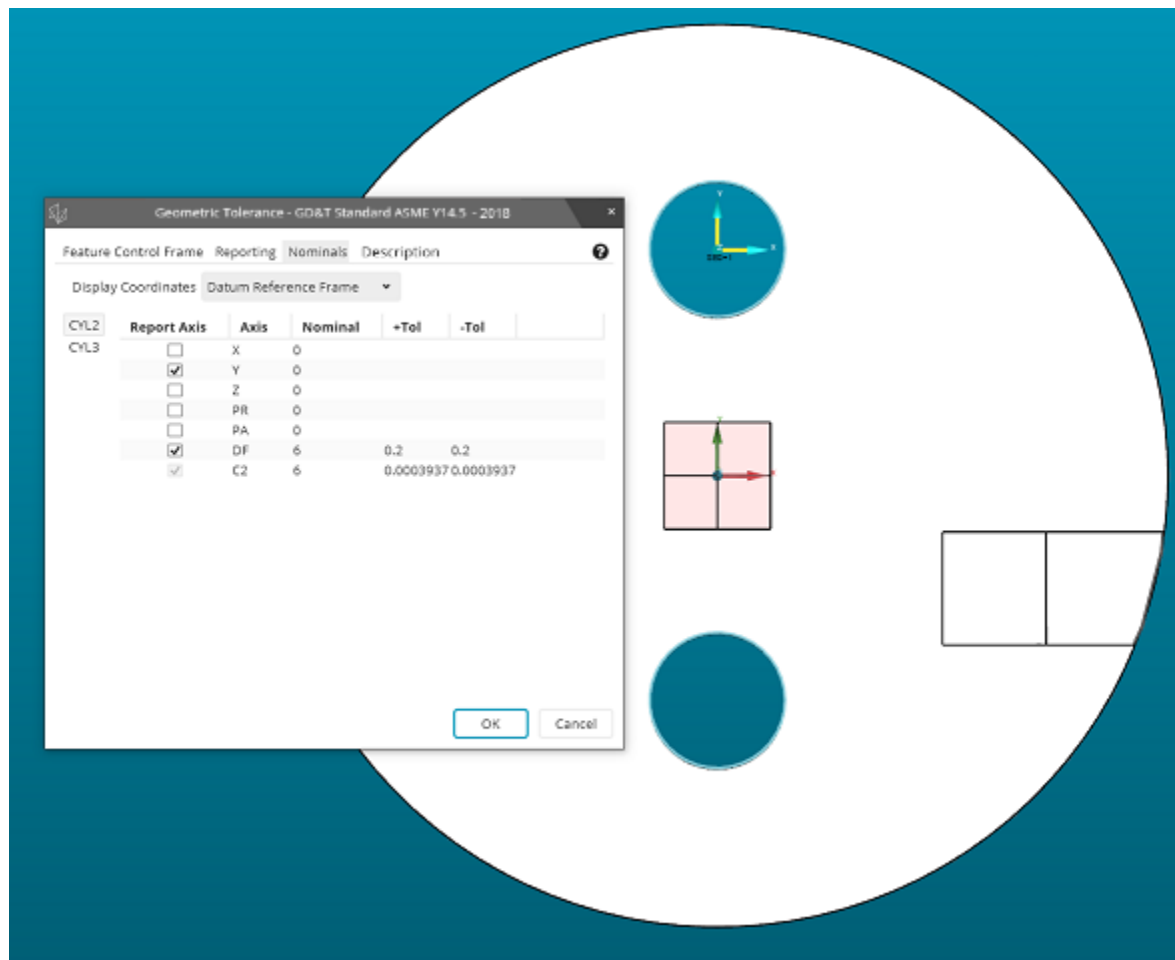
Koordinaten anzeigen

Diese Liste steuert das Koordinatensystem, in dem die Nennwerte gemeldet werden. Sie können zwischen **Bezugsrahmen** und **Aktueller Ausrichtung** wechseln, um die angezeigten Nennwerte zu ändern.

Nachdem Sie auf **OK** oder **Erstellen** geklickt haben, ändert PC-DMIS das Koordinatensystem, in dem die Ergebnisse gemeldet werden.

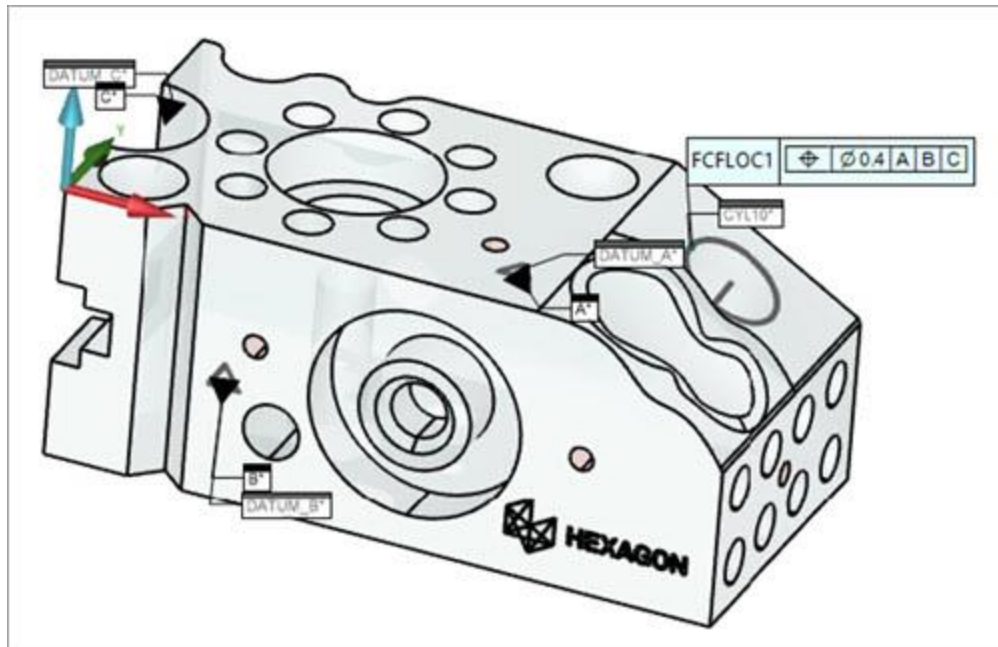
Sie können die beiden Koordinatensysteme im Grafikfenster wie folgt visualisieren:



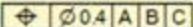

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten



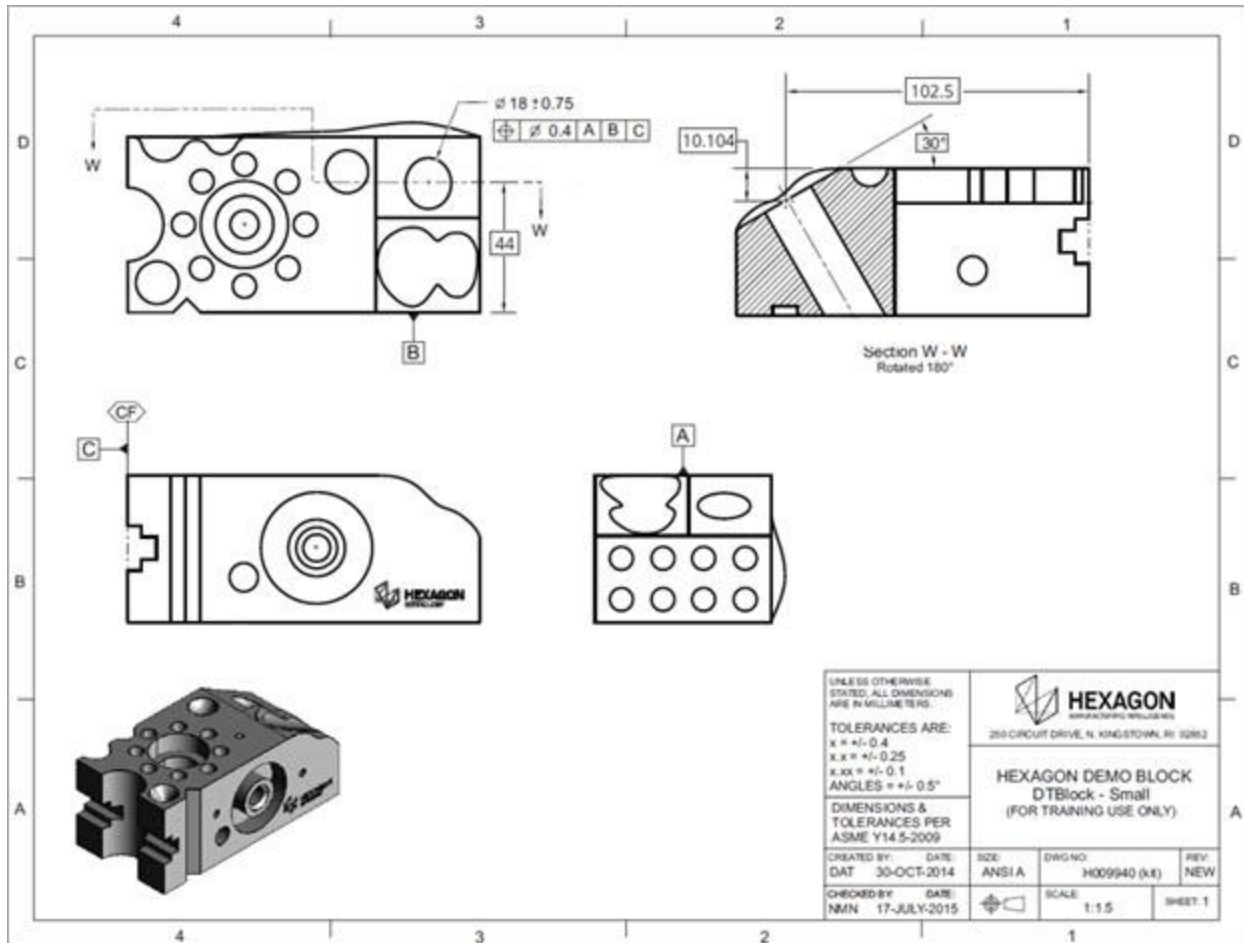
Im obigen Beispielbild befindet sich das Trieder für die aktuelle Ausrichtung in der Mitte des Werkstücks. Das Trieder für das Bezugsrahmen-Koordinatensystem ist in der oberen Bohrung dargestellt.

Die Option **Aktuelle Ausrichtung** kann in Fällen nützlich sein, in denen die Position oder Ausrichtung des Bezugsrahmen-Trieders nicht mit den in der Zeichnung dargestellten Achsen übereinstimmt. Ebenfalls kann sie dazu dienen, Anpassungsinformationen für die Produktion zu liefern. Beachten Sie die Position und Ausrichtung des Bezugsrahmen-Trieders für die folgende Positionstoleranz.



		PART NAME : POSITION_EXAMPLE					April 16, 2024	12:50	
		REV NUMBER :		SER NUMBER :		STATS COUNT : 1			
FCFLOC1 Size		MM	Ø 18 +0.75/-0.75					DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
CYL10	18.000	0.750	0.750	18.000	0.000	0.000			
FCFLOC1		MM						DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
	X	102.500			102.564	0.064			
	Y	44.000			43.980	-0.020			
	Z	-10.104			-10.141	-0.037			
CYL10 (START PT)	TP	0.000	0.400	0.000	0.154	0.154	0.000	0.000	

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

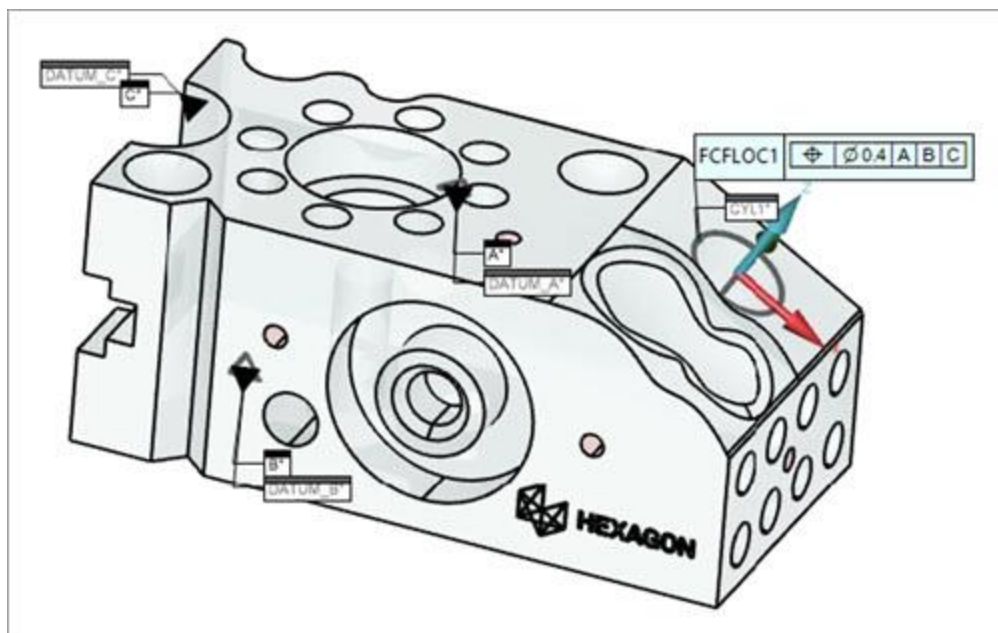



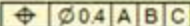
Obwohl die in der Übersichtstabelle angezeigten X-, Y- und Z-Koordinaten mit den Grundmaßen in der Zeichnung übereinstimmen, ist es oft sinnvoller, eine Ausrichtung zu erstellen, die auf die Bohrung zentriert und an ihr orientiert ist. Sobald dies geschehen ist, sollten Sie die Anzeigekoordinaten von **Bezugsrahmen** auf **Aktuelle Ausrichtung** umstellen, wie unten dargestellt.


```

A1      =ALIGNMENT/START,RECALL:STARTUP,LIST=YES
        ALIGNMENT/TRANS_OFFSET,XAXIS,102.5
        ALIGNMENT/TRANS_OFFSET,YAXIS,44
        ALIGNMENT/TRANS_OFFSET,ZAXIS,-10.104
        ALIGNMENT/ROTATE_OFFSET,30,ABOUT,YPLUS
        ALIGNMENT/END
FCFLOC1 =GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ASME Y14.5-2018,SHOWEXPANDED=YES,
        DESCRIPTION=OFF,,
        FEATURE_MATH=DEFAULT,DATUM_MATH=DEFAULT,DISPLAY_COORDS=CURRENT_ALIGNMENT,
        UNITS=MM,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
        SIZE/NOMINAL=18,UPPER TOLERANCE=0.75,LOWER TOLERANCE=0.75,
        REPORT_LOCAL_SIZE=OFF,
        CYL1:
          UAME SIZE:18.000,
          SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.4,_,_,<len>,_,A,B,_,C,_,
          TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,MULT=10,
          MEASURED:
            CYL1:0.154,
          ADD
          FEATURES/CYL1,,

```



		PART NAME : POSITION_EXAMPLE				April 16, 2024	11:38	
		REV NUMBER :		SER NUMBER :		STATS COUNT : 1		
FCFLOC1 Size		MM	Ø 18 +0.75/-0.75				DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
CYL1	18.000	0.750	0.750	18.000	0.000	0.000		
FCFLOC1		MM					DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL1 (END PT)	X	-0.000			0.074	0.074		
	Y	0.000			-0.020	-0.020		
	Z	0.000			0.000	0.000		
	TP	0.000	0.400	0.000	0.154	0.154	0.000	0.000

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

Die Werte für die X-, Y- und Z-Abweichung sind jetzt für den Maschinenbediener viel nützlicher, da er jetzt sehen kann, wie viel Anpassung in jeder Richtung erforderlich ist, um die Lochposition an den Sollwert anzunähern.

Beachten Sie, dass in beiden Beispielen der MESS TP-Wert gleich bleibt (0,154 mm). Die Anzeigekoordinaten wirken sich nicht auf die Bezugspunktanpassung oder die Berechnung der geometrischen Toleranz aus, sondern nur auf die Art und Weise, wie die Daten im Bericht dargestellt werden.

Das Trieder wird nicht dynamisch aktualisiert, während Sie das Dialogfeld **Geometrische Toleranz** verwenden. Sie müssen auf **Erstellen** oder **OK** klicken, um das aktualisierte Trieder zu sehen.

Nennwertetabelle

In der Tabelle der Elemente können Sie Folgendes tun:

- Anzeige der nominalen Positionen der betrachteten Elemente in den gewählten Anzeigekoordinaten.
- Steuerung der Größentoleranzen der betrachteten Elemente und Bezüge.
- Bestimmung, welche Achsen in das Protokoll aufgenommen werden sollen.

Auswahl des betrachteten Elements

Mit den Registerkarten auf der linken Seite können Sie steuern, welches betrachtete Element angezeigt werden soll. Jedes Element hat eine kleine Registerkarte, die Sie anklicken können:

Report Axis	Axis
<input type="checkbox"/>	X
<input checked="" type="checkbox"/>	Y
<input type="checkbox"/>	Z

Auf der Registerkarte jedes Elements können Sie die nominale Position des betrachteten Elements anzeigen.

Spalte "Protokollachse"

Die Spalte **Protokollachse** der Nennwerttabelle bestimmt, ob diese Achse in das Protokoll aufgenommen werden soll. Sie können die Kontrollkästchen markieren, um die gewünschten Informationen anzuzeigen.

Achsenspalte

Die Spalte **Achse** in der Nennwerttabelle enthält die Namen der Achsen, die Sie möglicherweise melden möchten. Diese Namen stehen für die folgenden Elemente:

- **X** - Dies bedeutet die X-Koordinate.
- **Y** - Dies bedeutet die Y-Koordinate.
- **Z** - Dies bedeutet die Z-Koordinate.
- **PR** - Damit ist der polare Radius gemeint.
- **PA** - Damit ist der Polarwinkel gemeint.
- **DF** - Dies bedeutet Durchmesser des Elements (oder Größe).

Wie Sie in der Abbildung unten sehen können, befinden sich die Bezüge auch in der Achsenspalte:

Report Axis	Axis	Nominal	+Tol	-Tol	
<input type="checkbox"/>	X	0			
<input checked="" type="checkbox"/>	Y	10			
<input type="checkbox"/>	Z	0			
<input type="checkbox"/>	PR	10			
<input type="checkbox"/>	PA	180			
<input checked="" type="checkbox"/>	DF	6	0.1	0.2	
<input checked="" type="checkbox"/>	A	40	0.4	0.4	
<input checked="" type="checkbox"/>	B	5	0.03	0.02	

Es erscheinen nur Bezüge der Größe. Das Kontrollkästchen **Protokollachse** ist für diese Zeilen nicht verfügbar.

Nennwertspalte

Die Spalte **Nennwert** der Nennwerttabelle enthält die Nennwerte der zu protokollierenden Achsen und die Nenngößen der Bezugselement der Größe.

Spalte +Tol

Die Spalte **+Tol** der Nennwerttabelle enthält die oberen Größentoleranzen der betrachteten Elemente und Bezugselemente der Größe. Siehe Hinweis unten, wenn Sie diesen Wert ändern.

Spalte -Tol

Die Spalte **+Tol** der Nennwerttabelle enthält die unteren Größentoleranzen der betrachteten Elemente und Bezugselemente der Größe. Siehe Hinweis unten, wenn Sie diesen Wert ändern.



Wenn Sie die oberen oder unteren Toleranzen eines Elements im Bearbeitungsfenster oder im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** (Registerkarte **Toleranzrahmen-Merkmal** oder **Nennwerte**) ändern und dasselbe Element als Bezug oder als betrachtetes Element verwendet wird, zeigt PC-DMIS eine Meldung an, in der Sie gefragt werden, ob Sie dieselben Änderungen auf alle nachfolgenden Befehle anwenden möchten, die auf dieses Element verweisen.

Zum Beispiel:

Toleranzen

Größentoleranz für ZYL1 wurde geändert . Möchten Sie die gleiche Änderung auf alle nachfolgenden Befehle anwenden, die sich auf ZYL1 beziehen?

Ja Nein

Wenn Sie auf **Ja** klicken, aktualisiert PC-DMIS die Größentoleranzen für alle Befehle zur Geometrischen Toleranz unterhalb der Cursorposition, die sich auf dasselbe Element entweder als betrachtetes Element oder Bezug beziehen.

Wenn Sie auf **Nein** klicken, aktualisiert PC-DMIS nur die bearbeitete Größentoleranz. PC-DMIS aktualisiert keine der entsprechenden Größentoleranzen für die damit verbundenen Befehle zur geometrischen Toleranz unterhalb der Cursorposition, die dasselbe bearbeitete Element entweder als betrachtetes Element oder Bezug verwenden.

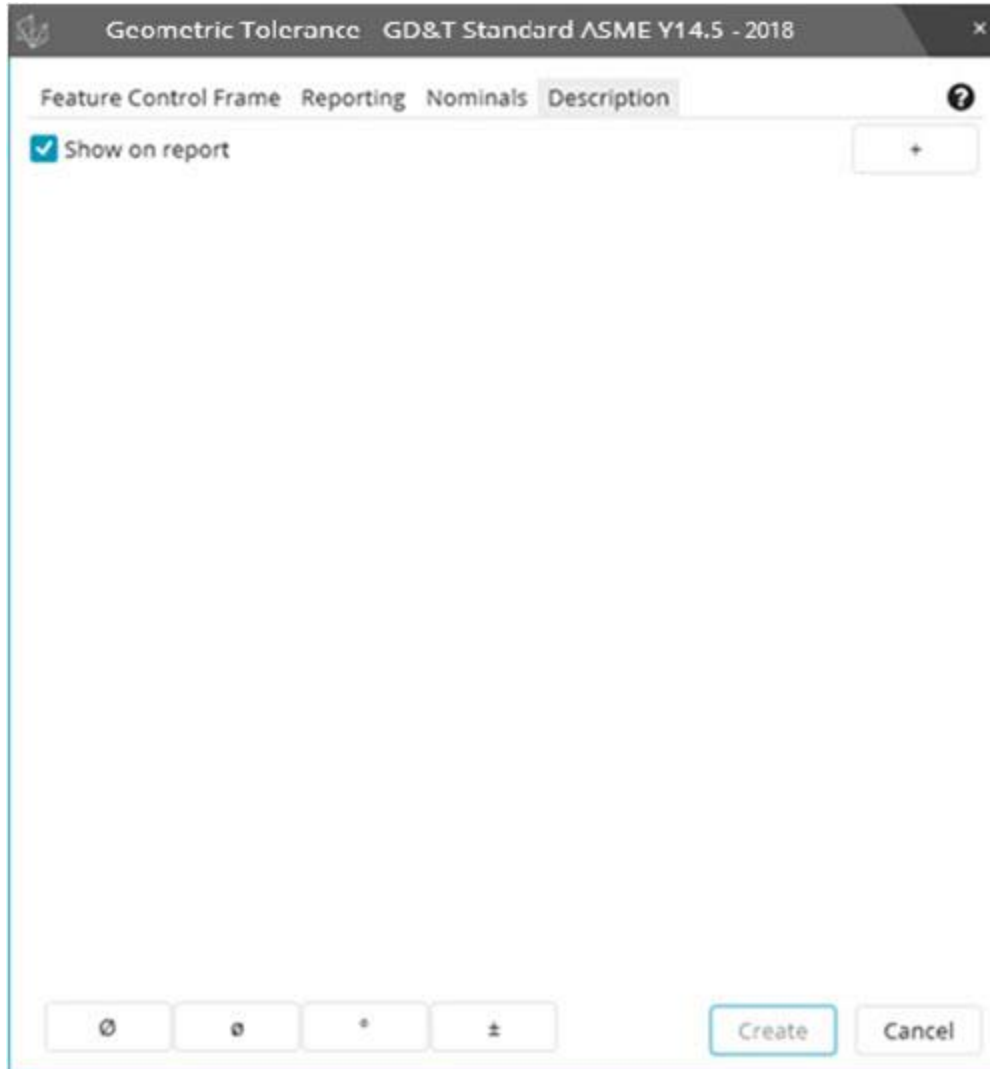
Das Kontrollkästchen **Untere Tol. negativ anzeigen** auf der Registerkarte **Merkmal** des Dialogfelds **Setup-Optionen** gilt hier genauso wie auf der Registerkarte **Toleranzrahmen**. Weitere Informationen finden Sie unter "Registerkarte Toleranzrahmen".

- Wenn es deaktiviert ist, sind die Minustoleranzen in der Regel positiv.
- Wenn es markiert wird, sind die Minustoleranzen in der Regel negativ.

Registerkarte "Beschreibung"

Wenn Sie Erfahrung mit der Erstellung von Kommentaren in XactMeasure haben, wird Ihnen die Funktionalität der Registerkarte **Beschreibung** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** bekannt vorkommen, aber sie ist nützlicher als ihr Vorgänger. Es ist nicht mehr erforderlich, Elemente oder Dimensionen in ihren ID-Namen zu beschreiben. Dies kann sie äußerst lang und unhandlich machen. Die Registerkarte **Beschreibung** soll

Ihnen die Möglichkeit geben, Merkmale mit Beschreibungen auf Ausdrucken zu verknüpfen, ohne lange, beschreibende Element- oder Merkmalsnamen verwenden zu müssen.



Diese Registerkarte ermöglicht es Ihnen, Textfelder zu erstellen, die Sie verwenden können, um Dimensionen mit Zeichnungen zu verknüpfen. Sie können jedes beliebige Symbol oder Zeichen verwenden, da es sich um reine Textfelder handelt. Die Symbol-Schaltflächen am unteren Rand des Dialogfelds ermöglichen es Ihnen, häufig verwendete Symbole einzufügen.



Sie müssen alle auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** gefundenen Fehler beheben, bevor PC-DMIS die Schaltfläche **Erstellen** in diesem Dialogfeld aktiviert.

So erstellen Sie einen **Beschreibungstext**:

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

1. Klicken Sie auf die Schaltfläche Hinzufügen (+) oben rechts im Dialogfeld, um ein neues Beschreibungstextfeld zu erstellen und zu öffnen.
2. Geben Sie Ihren Text in das Feld ein. Verwenden Sie die Symbol-Schaltflächen nach Bedarf, um spezifische Symbole einzufügen.
3. Drücken Sie die Eingabetaste oder klicken Sie auf die Schaltfläche Hinzufügen (+), um ein neues Textfeld für die Beschreibung hinzuzufügen. Um ein Feld zu löschen, wählen Sie es aus und klicken Sie auf die Schaltfläche Entfernen (-).
4. Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Im Protokoll einblenden**, damit der Beschreibungstext dem Protokoll hinzugefügt wird.
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Erstellen**, um das Beschreibungsfeld zu erstellen.

Geometrische Toleranz (Typen)

Es gibt vierzehn Arten von geometrischen Toleranzen, die oft in diesen fünf Kategorien gruppiert sind: Form, Ausrichtung, Lage, Profil und Rundlauf

Die folgenden Toleranzthemen gehen auf die einzelnen Toleranztypen ein. Diese Themen enthalten Details darüber, was jeder Typ bedeutet, seine zulässigen Modifikatoren und die zulässigen Befehlsoptionen.

Form

Formtoleranzen sind am einfachsten, da sie sich nicht auf Bezüge beziehen:

- Rundheit
- Zylindrizität
- Ebenheit
- Geradheit

Ausrichtung

- Neigung
- Parallelität
- Rechtwinkligkeit

Lage

- Konzentrizität
- Positionieren
- Symmetrie

Profil

- Profil einer Linie
- Profil einer Fläche

Lauf

- Rundlauf
- Gesamtlauf

Weitere Informationen finden Sie in diesen Themen:

- Elementtypen mit und ohne Flächendaten
- Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet
- Ableitung des tolerierten Elements

Istwerte und Messwerte

Für jeden geometrischen Toleranztyp unterscheiden wir zwischen "Istwerten" und "Messwerten".

Ein *Istwert* befasst sich mit der Spezifikation, und er wird durch einen Spezifikationsstandard wie ASME Y14.5.1 oder ISO 1101 definiert. Ein Istwert verwendet alle Punkte der Fläche, ohne Messunsicherheit. Dieser Wert sagt uns, ob die Fläche mit ihrer Spezifikation übereinstimmt oder nicht. Sie gibt uns eine Vorstellung davon, wie nahe eine konforme Fläche einer Nichtkonformität kommt.

Ein *Messwert* ist eine gemessene Annäherung an einen Istwert. Der Messwert verwendet eine Teilmenge der Punkte der Fläche. Jeder gemessene Punkt der Fläche enthält eine Messunsicherheit. Die Algorithmen, die wir zur Ableitung eines Messwerts verwenden, können der mathematischen Definition des Istwerts ähnlich sein oder auch nicht. Das liegt daran, dass manchmal die beste gemessene Annäherung an den Istwert eine ganz andere Berechnung verwendet als der Istwert.

Weitere Informationen finden Sie unter "Spezifikation versus Verifizierung".

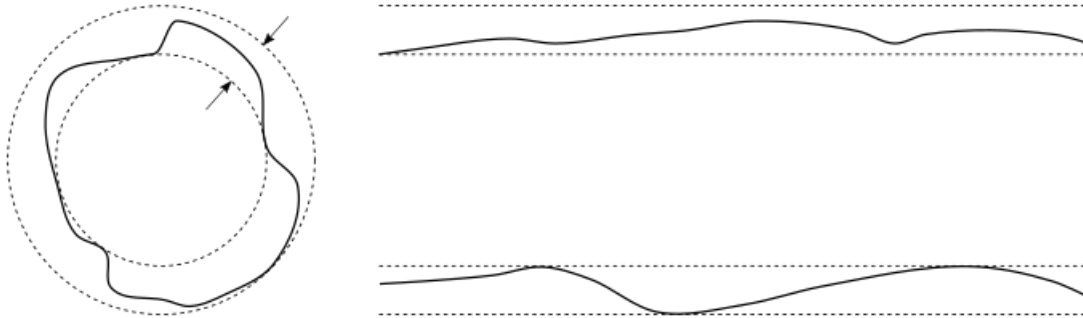
Zylindrizität

Einführung

Eine Zylindrizitätsspezifikation steuert, wie stark das Element von einem perfekten Zylinder abweichen kann. Mit anderen Worten, die Zylindrizität bewertet, wie zylindrisch das Element ist.

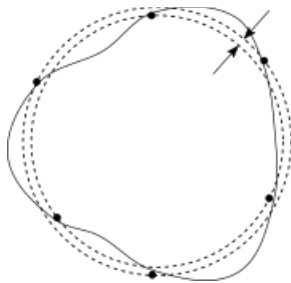
Istwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei konzentrischen Zylindern, die die gesamte Fläche zwischen sich enthalten:



Messwert:

Dies ist der Abstand zwischen zwei konzentrischen Zylindern, die alle gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Eine Besteinpassungs-Routine definiert die Achse und die zwei Zylinder. Abhängig von der Messunsicherheit, wie viele Punkte Sie gemessen haben und wo Sie die Punkte aufgenommen haben, kann dieser größer oder kleiner als der Istwert sein. Im folgenden Beispiel wurden zu wenige Punkte gemessen, so dass der Messwert kleiner als der Istwert ist:



Zulässige Elementtypen

Sie können zylindrische Elemente mit Oberflächendaten verwenden. Weitere Informationen zu Zylindern mit Oberflächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Oberflächendaten".

Zulässige Modifikatoren

Für den ASME-Standard lässt diese geometrische Toleranz keine Modifikatoren zu.

Für die ISO-Norm sind die Modifikatoren C oder G zulässig. Weitere Details finden Sie im Abschnitt "ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM)" im Thema "Ableitung des tolerierten Elements" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Dargestellte Optionen



Der Toleranzfeld-Berechnungstyp steuert, wie die Achse der beiden konzentrischen Zylinder berechnet wird:

STANDARD - Dies bewirkt, dass eine Minimum-Zone am besten passt (auch Min-Max genannt). Diese beste Anpassung findet die Achse der beiden konzentrischen Zylinder, die die Punkte zwischen ihnen enthalten, die den Mindestabstand zwischen ihnen haben. Daher erzeugt diese Option den kleinsten gemessenen Wert zur Bewertung der Zylindrizität. Sie ist auch mathematisch der Spezifikation sehr ähnlich, denn wenn Sie Punkte dicht und mit hoher Genauigkeit messen, kommt der gemessene Wert dem tatsächlichen Wert sehr nahe. Für den ISO-Standard ist die Auswahl des C-Modifikators gleichbedeutend mit dem Berechnungstyp **STANDARD**.

LSQ - Das führt die Bestenpassung mit den kleinsten Quadraten durch. Es minimiert die Summe der Quadrate der Abweichungen zu einer Form mit den kleinsten Zylindern. Diese Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller. Für den ISO-Standard ist die Auswahl des G-Modifikators gleichbedeutend mit dem Berechnungstyp **LSQ**.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Zylindrizitätstoleranz:

FCFCYL1		MM	 0.01	DEFAULT	ASME Y14.5 2018	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CYL2	0.000000	0.010000		0.002315	0.002315	0.000000 

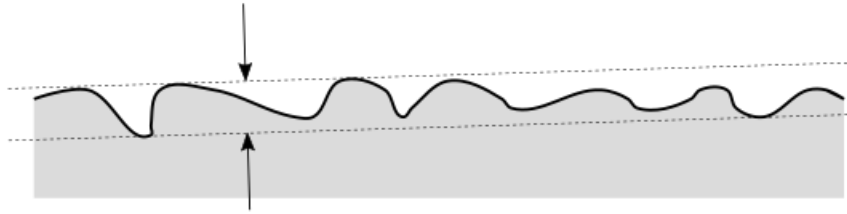
Ebenheit

Einführung

Eine Ebenheitsspezifikation steuert, wie stark das Element von einer perfekten Ebenheit abweichen kann. Mit anderen Worten, die Ebenheit bewertet, wie flach das Element ist. PC-DMIS unterstützt nur Ebenheitsangaben auf Ebenen.

Istwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen, die die gesamte Fläche zwischen sich enthalten.



Messwert:

Dies ist der Abstand zwischen zwei parallelen Ebenen, die alle gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Eine Besteinspassungs-Routine bestimmt die Flächennormale der beiden Ebenen. Abhängig von der Messunsicherheit, wie viele Punkte Sie gemessen haben und wo Sie die Punkte aufgenommen haben, kann dieser größer oder kleiner als der Istwert sein. Im folgenden Beispiel wurden zu wenige Punkte gemessen, so dass der Messwert kleiner als der Istwert ist:



Zulässige Elementtypen

Sie können planare Elemente mit Flächendaten verwenden. Details zu Ebenen mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Zulässige Modifikatoren

Für den ASME-Standard lässt diese geometrische Toleranz keine Modifikatoren zu.

Für die ISO-Norm sind die Modifikatoren C oder G zulässig. Weitere Details finden Sie im Abschnitt "ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM)" im Thema "Ableitung des tolerierten Elements" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Dargestellte Optionen

Für die ASME-Norm steuert der Berechnungstyp der Toleranzzone die Besteinspassungs-Routine.

Für die ISO-Norm steuert der ausgewählte Bezugselement-Assoziationsmodifikator oder der Berechnungstyp der Toleranzzone das Besteinspassungs-Verfahren.


STANDARD - Dadurch wird eine Besteinspassungs-Ebene für den Minimalbereich (auch Min-Max genannt) berechnet. Es findet den kleinsten gemessenen Wert angesichts der Flächendaten. Sie ist mathematisch der Spezifikation sehr ähnlich, denn wenn die Punkte dicht und mit hoher Genauigkeit gemessen wurden, wird

der Messwert dem Istwert sehr nahe kommen. Für den ISO-Standard ist die Auswahl des C-Modifikators gleichbedeutend mit dem Berechnungstyp **STANDARD**.

LSQ - Dadurch wird eine Besteinpassungsebene mit den kleinsten Quadraten berechnet, wobei die Summe der Quadrate der Abweichungen zur Besteinpassungsebene minimiert wird. Diese Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller. Für den ISO-Standard ist die Auswahl des G-Modifikators gleichbedeutend mit dem Berechnungstyp **LSQ**.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Ebenheitstoleranz:

FCFFLAT1		MM	 0.01	DEFAULT	ASME Y14.5 2018	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1	0.000000	0.010000		0.000221	0.000221	0.000000

Ebenheit pro Einheit-Toleranzen

Wenn Sie das Kontrollkästchen **Pro Einheit** aktivieren, hat die Ebenheit zwei Segmente. Das erste (obere) Segment ist die Gesamtflächheit, wie oben beschrieben. Das untere Segment ist die Ebenheit pro Einheit, die die Größe, Form und Ausrichtung einer Einheit definiert. Die Toleranzen pro Einheit steuern, wie flach jede mögliche Einheit des tolerierten Elements ist.

Sie sind dafür verantwortlich, Folgendes zu tun:

- Wählen Sie eine quadratische oder rechteckige Einheit.
- Wählen Sie die Größe oder die Größen der einzelnen Einheiten.
- Steuern Sie die Ausrichtung der Einheit.

Steuerung der Ausrichtung der Einheit

Der Einheitenorientierungsvektor steuert, wie das Gerät innerhalb der ebenen Fläche orientiert ist. Er ist immer normalisiert und immer senkrecht zur Nennflächennormalen der Ebene. Sie können den Vektor mit der Schaltfläche **Einheitenausrichtung** auf der Registerkarte **Elementkontrollrahmen** des Dialogfelds **Einheitenausrichtung** bearbeiten. Weitere Informationen finden Sie unter "Einheitenausrichtung" im Thema "Registerkarte Toleranzrahmen". Bei einer rechteckigen Einheit stellt der Orientierungsvektor die Richtung des ersten Merkmals der Einheitenfläche dar. Wenn die Einheitsfläche z. B. 5x3 ist, dann entspricht der Einheitsorientierungsvektor der 5. Bei einer quadratischen Einheit stellt der Vektor die Richtung einer der Seiten des Quadrats dar.

Istwert:

Konzeptionell wird das gesamte tolerierte Element in eine unendliche Anzahl von überlappenden Einheiten unterteilt. Jede Einheit hat die definierte Einheitsgröße, -form und -ausrichtung. Jede Einheit hat ihren eigenen Ebenheits-Istwert. Der Istwert der Ebenheit für das gesamte Element ist der Istwert der schlechtesten Einheit.

Messwert:

Es gibt eine sehr große Anzahl von überlappenden Einheiten, die Untermengen der gemessenen Punkte enthalten. Für jede Einheit ist der Messwert der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen. Diese Ebenen enthalten die Untermenge der gemessenen Punkte der Einheit zwischen ihnen. Dies entspricht dem Berechnungstyp des Toleranzbereichs **STANDARD**. Der Berechnungstyp des Toleranzbereichs der kleinsten Quadrate ist für Toleranzen pro Einheit nicht verfügbar.

Der Messwert für das gesamte Element ist der gemessene Wert der schlechtesten Einheit.

Der Algorithmus, den der Befehl für die geometrische Toleranz verwendet, prüft nicht jede mögliche Einheit. Stattdessen wird intelligent nach der schlechtesten Einheit gesucht. Es findet immer die schlechteste Einheit. Sie kann dies mit viel weniger Rechenzeit tun, als wenn sie jede mögliche Einheit überprüft.

Vergleich zu früherer Praxis 1


Ab PC-DMIS 2020 R2 können Sie die Ausrichtung der Einheit steuern. Die Einheitsorientierungsvektoren sind in Werkstückkoordinaten. In früheren Versionen konnten Sie mit XactMeasure pro Einheit Ebenheit nicht die Ausrichtung einer Einheit steuern. Außerdem wurden die Einheiten auf das Maschinenkoordinatensystem und nicht auf das Werkstückkoordinatensystem ausgerichtet.


Vergleich zu früherer Praxis 2

Ab PC-DMIS 2020 R2 ist der Ebenheitsalgorithmus pro Einheit konservativ. Das bedeutet, dass der Algorithmus immer die schlechteste Einheit findet. In früheren Versionen bewertete XactMeasure die Ebenheit pro Einheit eine große Anzahl von Einheiten, fand aber nicht immer die schlechteste Einheit.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Ebenheitstoleranz pro Einheit. Das obere Etikett ist für die Gesamtebenheit und das untere Etikett für die Ebenheit pro Einheit.

FCFFLAT1		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1	0.000000	0.010000		0.000221	0.000221	0.000000

FCFFLAT1		MM	 0.01/0.10		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1	0.000000	0.010000		0.000126	0.000126	0.000000

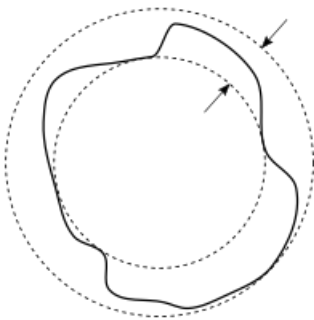
Rundheit

Einführung

Eine Rundheitsspezifikation steuert, wie stark die Querschnitte des Elements von einem perfekten Kreis abweichen können. Mit anderen Worten, die Rundheit bewertet, wie kreisförmig das Element ist. Die Rundheit wird anhand der Querschnitte eines Elements definiert.

Istwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei konzentrischen Kreisen, die den gesamten Querschnitt zwischen sich enthalten:



Der Istwert für die Rundheit eines ganzen Elements ist der schlechteste Istwert aller möglichen Querschnitte.

Zulässige Elementtypen

Sie können kreisförmige, zylindrische, konische oder sphärische Elemente mit Oberflächendaten verwenden. Weitere Informationen zu den Kreisen, Zylindern, Kegeln und Kugeln, die Oberflächendaten haben, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Oberflächendaten".

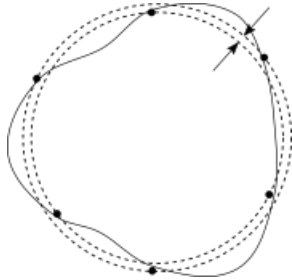
Kreisförmige Elemente

Kreisförmige Elemente werden als ein einziger Querschnitt interpretiert.

Messwert:

Dies ist der Abstand zwischen zwei konzentrischen Kreisen, die alle

gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Eine Besteinpassungs-Routine definiert den Mittelpunkt der Kreise. Abhängig von der Messunsicherheit, wie viele Punkte Sie gemessen haben und wo Sie die Punkte aufgenommen haben, kann dieser größer oder kleiner als der Istwert sein. Im folgenden Beispiel wurden zu wenige Punkte gemessen, so dass der Messwert kleiner als der Istwert ist:



Zylindrische Elemente

Rundheitstoleranzen bei zylindrischen Elementen unterteilen die Daten in Querschnitte. Die Toleranzen bewerten die Rundheit auf jedem Querschnitt. Der gemessene Wert des gesamten Features ist der gemessene Wert des ungünstigsten Querschnitts. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten tatsächlichen Querschnitt zu finden, empfehlen wir, den Zylinder mit vielen Querschnitten zu messen. Wenn PC-DMIS keine Querschnitte aus den Messdaten extrahieren kann, zeigt PC-DMIS eine Fehlermeldung an.

Konische Elemente

Rundheitstoleranzen bei konischen Elementen unterteilen die Daten in Querschnitte. Die Toleranzen bewerten die Rundheit auf jedem Querschnitt. Der gemessene Wert des gesamten Features ist der gemessene Wert des ungünstigsten Querschnitts. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten tatsächlichen Querschnitt zu finden, empfehlen wir, den Kegel mit vielen Querschnitten zu messen. Wenn PC-DMIS keine Querschnitte aus den Messdaten extrahieren kann, zeigt PC-DMIS eine Fehlermeldung an.

Eine alternative Methode zur Bewertung der Form eines konischen Merkmals ist die Konizität. Bei der Konizität werden die Daten nicht in Querschnitte unterteilt. Stattdessen ist der Messwert der Abstand zwischen zwei coaxialen Kegeln gleichen Winkels. Diese Kegel enthalten die gemessenen Punkte zwischen ihnen. Eine Besteinpassungs-Routine definiert die Achse und den Kegelwinkel. Die Konizität umfasst sowohl Zirkularitäts- als auch Geradheitsfehler. Es ist nicht erforderlich, dass die Messdaten in Querschnitten gemessen werden.

Kugelförmige Elemente

Die Rundheit einer Kugel ist gleichbedeutend mit Sphärizität (siehe ASME Y14.5.1 und ISO 1101). Diese Sphärizitätstoleranz wirkt auf alle Daten gleichzeitig. Der Messwert ist der Abstand zwischen zwei konzentrischen Kugeln, die die gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Eine Besteinpassungs-Routine definiert den Mittelpunkt der Kugeln. Es ist nicht erforderlich, dass die Messdaten in Querschnitten gemessen werden.

Zulässige Modifikatoren

Für den ASME-Standard lässt diese geometrische Toleranz keine Modifikatoren zu.

Für die ISO-Norm sind die Modifikatoren C oder G zulässig. Weitere Details finden Sie im Abschnitt "ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM)" im Thema "Ableitung des tolerierten Elements" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Dargestellte Optionen

Für die ASME-Norm steuert der Berechnungstyp der Toleranzzone die Besteinpassungs-Routine.

Für die ISO-Norm steuert der ausgewählte Bezugselement-Assoziationsmodifikator oder der Berechnungstyp der Toleranzzone das Besteinpassungs-Verfahren.

STANDARD - Dies bewirkt, dass eine Minimum-Zone am besten passt (auch Min-Max genannt). Diese Besteinpassung findet den kleinsten Messwert angesichts der Daten und der Messwertdefinition. Sie ist der Spezifikation mathematisch sehr ähnlich, denn wenn Sie die Punkte und Querschnitte dicht und mit hoher Genauigkeit messen, kommt der Messwert dem Istwert sehr nahe. Für den ISO-Standard ist die Auswahl des C-Modifikators gleichbedeutend mit dem Berechnungstyp **STANDARD**.

LSQ - Das führt die Besteinpassung mit den kleinsten Quadraten durch. Es minimiert die Summe der Quadrate der Abweichungen zu einer Form mit den kleinsten Quadraten. Diese Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller. Für den ISO-Standard ist die Auswahl des G-Modifikators gleichbedeutend mit dem Berechnungstyp **LSQ**.



Der Umschalter **ZIRKULARITÄT** und **KONIZITÄT** steuert das Verhalten der Kreisförmigkeit eines Kegels.

ZIRKULARITÄT - Bewertet die Zirkularität jedes Querschnitts. Im Dialogfeld können Sie das Kontrollkästchen **Konizität** deaktivieren, um dies zu verwenden.

KONIZITÄT - Bewertet die Konizität des gesamten Elementes. Die Konizitätsinterpretation ist konservativer als die Option **ZIRKULARITÄT**. Im Dialogfeld können Sie das Kontrollkästchen **Konizität** markieren, um dies zu verwenden.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Zirkularitätstoleranz:

FCFCIRTY1		MM	 0.01		DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CIR4	0.000000	0.010000		0.002759	0.002759	0.000000 

Geradheit

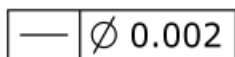
Einführung

Eine Geradheitsspezifikation steuert, wie stark das Element von seiner perfekten Geradheit abweichen kann. Mit anderen Worten, die Geradheit bewertet, wie gerade das Element ist.

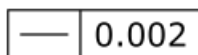
Die Geradheit fällt in zwei große Typen:

- Geradheit einer Achse
- Geradheit einer Fläche

Eine Achsentoleranz hat ein Symbol für eine diametrische Zone vor dem Toleranzwert:



Eine Flächentoleranz hat nicht das Symbol der diametrischen Zone:



Geradheit einer Achse

Die Geradheit einer Achse wirkt auf eine abgeleitete Medianlinie (oder extrahierte Medianlinie in der ISO 1101-Sprache). Diese Linie stellt den Geradheitsfehler der Zylinder- oder Kegelachse dar.

Istwert:

Dies ist der Durchmesser des kleinsten Zylinders, der die abgeleitete Mittellinie enthält.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elemente verwenden:

- Zylindrische oder konische Elemente, die Flächendaten haben. Einzelheiten zu den Zylindern und Kegeln, die Flächendaten haben, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".
- Abhängige 3D-BE-Linien, bei denen die Eingabepunkte die Mittelpunkte von Kreisen sind



Obwohl Sie bei Besteinpassungs- (BE) oder Besteinpassungs-Neukompensierungs(BENEUKO)-Erstellungen als Eingabeelemente einen beliebigen Elementtyp verwenden können, werden BE- und BENEUKO-Einpassungstypen normalerweise mit Punktelementen oder mit Punktmengen verwendet (einem Punktescan, einer Elementmenge mit Punkten oder einem Ausdruck, der in einen Array aus Punkten zerfällt).

Für Details zur Verwendung der Methoden Besteinpassung und Besteinpassungs-Neukompensierung zur Konstruktion von Elementen siehe das Thema "Verständnis von Besteinpassung (BE)- und Besteinpassungs-Neukompensierung (BENEUKO)-Konstruktionen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Zylindrische Elemente

Bei zylindrischen Elementen unterteilen die Geradheitstoleranzen einer Achse die Flächendaten in Querschnitte. Anschließend wird die Mitte jedes Querschnitts berechnet. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten Querschnitt zu finden, empfehlen wir, den Zylinder mit vielen Querschnitten zu messen.

Messwert:

Dies ist der Durchmesser eines Zylinders, der alle Querschnittsmittelpunkte enthält. Eine Besteinpassungs-Routine bestimmt die Achse des Zylinders. Wenn PC-DMIS keine Querschnitte aus den Messdaten extrahieren kann, zeigt PC-DMIS eine Fehlermeldung an.

Konische Elemente

Bei konischen Elementen unterteilen Geradheitstoleranzen einer Achse die Flächendaten in Querschnitte. Anschließend wird die Mitte jedes Querschnitts berechnet. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten Querschnitt zu finden, empfehlen wir, den Kegel mit vielen Querschnitten zu messen.

Messwert:

Dies ist der Durchmesser eines Zylinders, der alle Querschnittsmittelpunkte enthält. Eine Besteinpassungs-Routine bestimmt die Achse des Zylinders. Wenn PC-DMIS keine Querschnitte aus den Messdaten extrahieren kann, zeigt PC-DMIS eine Fehlermeldung an.

Geradenelemente

Sie können nur abhängige 3D-Besteinpassungs-(BE)-Linien verwenden. BENEUKO-Linien (BENEUKO = Besteinpassung Neukompensierung) können Sie nicht verwenden.



Obwohl Sie bei Besteinpassungs- (BE) oder Besteinpassungs-Neukompensierungs(BENEUKO)-Erstellungen als Eingabeelemente einen beliebigen Elementtyp verwenden können, werden BE- und BENEUKO-Einpassungstypen normalerweise mit Punktelelementen oder mit Punktmengen verwendet (einem Punktescan, einer Elementmenge mit Punkten oder einem Ausdruck, der in einen Array aus Punkten zerfällt).



Für Details zur Verwendung der Methoden Besteinpassung und Besteinpassungs-Neukompensierung zur Konstruktion von Elementen siehe das Thema "Verständnis von Besteinpassung (BE)- und Besteinpassungs-Neukompensierung (BENEUKO)-Konstruktionen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Bei 3D-BE-Linienelementen gehen Geradheitstoleranzen einer Achse davon aus, dass die Eingabepunkte die Mittelpunkte von kreisförmigen Querschnitten darstellen. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten Querschnitt zu finden, empfehlen wir, viele Querschnitte zu messen.

Messwert:

Dies ist der Durchmesser eines Zylinders, der alle Eingabepunkte enthält. Eine Besteinpassungs-Routine bestimmt die Achse des Zylinders.

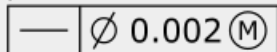
Zulässige Modifikatoren

Wenn es sich bei dem Element um einen Zylinder handelt, erlauben die Geradheitstoleranzen einer Achse, dass ein Maximum-Materialmodifikator  anzeigt, dass die Spezifikation bei der maximalen Materialbedingung (MMC) liegt. Alternativ erlaubt sie einem Geringstes-Material-Modifikator  anzugeben, dass sich die Spezifikation in der geringsten Materialbedingung (LMC) befindet. Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht, zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Weitere Informationen zu dieser Bonustoleranz finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem Befehl Geometrische Toleranz".



Dieses Beispiel verwendet Zoll. Angenommen, eine zylindrische Bohrung hat eine Achsgeradheitstoleranz von 0,002 bei MMC:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Die Größentoleranz beträgt 0,675 plus oder minus 0,025. Das bedeutet, dass der Bereich der akzeptablen Größen 0,650 bis 0,700 beträgt. Der maximale Materialzustand beträgt dann 0,650. Wenn die unabhängige gemessene Größe der Paßhülle 0,661 beträgt, dann ist die Bonustoleranz 0,011 und die Gesamttoleranz 0,013.

Dargestellte Optionen

Der Berechnungstyp für die Toleranzzone steuert die Besteinpassungsroutine:

STANDARD - Dadurch wird eine Minimum-Zonen-Bestanpassungsachse (auch Min-Max genannt) berechnet, die den kleinsten Messwert angesichts der Querschnittsmittelpunkte findet. Sie ist mathematisch der Spezifikation sehr ähnlich, denn wenn die Punkte dicht und mit hoher Genauigkeit gemessen wurden, wird der Messwert dem Istwert sehr nahe kommen.

LSQ - Dies führt zu einer Achse mit der besten Anpassung der kleinsten Quadrate. Sie minimiert die Summe der Quadrate der Abweichungen zur Achse der besten Anpassung. Diese Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für die Geradheit einer Achstoleranz:

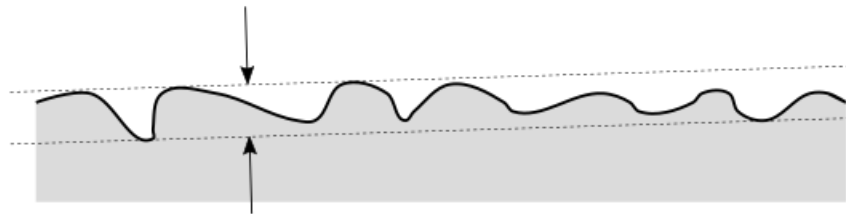
FCFSTRA2		MM	— $\varnothing 0.01$		DEFAULT	ASME Y14.5
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CON1	0.000000	0.010000		0.000585	0.000585	0.000000

Geradheit einer Fläche

Die Geradheit einer Fläche wirkt auf Linienelemente auf einer Fläche.

Istwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Linien, die das gesamte tatsächliche Linienelement zwischen ihnen enthalten. Die beiden parallelen Linien liegen in einer impliziten Arbeitsebene, die durch die Ansicht der Zeichnung definiert ist. Der Istwert für eine gesamte Fläche ist der schlechteste Istwert aller möglichen Linienelemente auf der Fläche.



Zulässige Elementtypen

Sie müssen Kegel-, Zylinder- oder Linienelemente verwenden, die Flächendaten haben. Details zu Elementen mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten". Um die Chancen zu maximieren, den schlechtesten tatsächlichen Querschnitt zu finden, empfehlen wir Ihnen, die Oberfläche mit vielen Linien zu messen.

Messwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Linien. Die Linien enthalten die Flächendaten zwischen ihnen. Eine Besteinpassungs-Routine findet die Orientierung der Linien. Die beiden parallelen Linien liegen in einer temporären (internen) Arbeitsebene. Die Flächennormale der temporären Arbeitsebene steht senkrecht zum Linienvektor des Linienelements und zur Flächennormalen des Linienelements.

Abhängig von der Messunsicherheit, wie viele Punkte Sie gemessen haben, wie viele Querschnitte sie gemessen haben und wo Sie die Punkte aufgenommen haben, kann der Messwert größer oder kleiner als der Istwert sein. Im folgenden

Beispiel wurden zu wenige Punkte gemessen, so dass der Messwert kleiner als der Istwert ist:



Zulässige Modifikatoren

Für den ASME-Standard lässt diese geometrische Toleranz keine Modifikatoren zu.

Für die ISO-Norm sind die Modifikatoren C oder G zulässig. Weitere Details finden Sie im Abschnitt "ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM)" im Thema "Ableitung des tolerierten Elements" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.

Dargestellte Optionen

Für die ASME-Norm steuert der Berechnungstyp der Toleranzzone die Bestenpassungs-Routine.



Für die ISO-Norm steuert der ausgewählte Bezugselement-Assoziationsmodifikator oder der Berechnungstyp der Toleranzzone das Bestenpassungs-Verfahren.

STANDARD - Dadurch wird eine Bestenpassungs-Linie für den Minimalbereich (auch Min-Max genannt) berechnet. Es findet den kleinsten gemessenen Wert angesichts der Flächendaten. Sie ist mathematisch der Spezifikation sehr ähnlich, denn wenn die Punkte und Querschnitte dicht und mit hoher Genauigkeit gemessen wurden, wird der Messwert dem Istwert sehr nahe kommen.

LSQ - Dies führt die Bestenpassung mit den kleinsten Quadraten durch. Sie minimiert die Summe der Quadrate der Abweichungen zur Linie der besten Anpassung. Diese Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für die Geradheit einer Flächentoleranz:

FCFSTRA6		MM			DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
LIN4	0.000000	0.010000		0.006471	0.006471	0.000000 

Geradheit pro Einheit-Toleranzen

Wenn Sie das Kontrollkästchen **Pro Einheit** aktivieren, hat die Geradheit zwei Segmente: Das erste (obere) Segment ist die Gesamtgeradheit, wie oben beschrieben. Das untere Segment ist die Geradheit pro Einheit, die eine Einheitslänge definiert. Die Geradheitstoleranzen pro Einheit steuern, wie gerade jede mögliche Einheit des tolerierten Elements ist.

Konzeptionell wird das gesamte tolerierte Element in eine unendliche Anzahl von überlappenden Einheitslängen unterteilt:

Für eine Achse werden die Zylinderquerschnittsmittelpunkte in überlappende Einheitslängen unterteilt.

Bei einer Fläche wird der Flächenquerschnitt in überlappende Einheitslängen aufgeteilt.

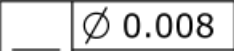
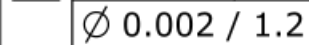
Istwert:

Jede der unendlichen Einheiten hat ihren eigenen Istwert, wie oben definiert. Der Istwert des gesamten Elements ist der Istwert der schlechtesten Einheit.

Messwert:

Es gibt eine große Anzahl von überlappenden Einheiten, die Untermengen der gemessenen Punkte enthalten. Für jede Einheit wird der Messwert auf die gleiche Weise wie die Gesamtgeradheit definiert, mit Ausnahme der Beschränkung auf die Teilmenge der Messpunkte. Der Messwert für das gesamte Element ist der gemessene Wert der schlechtesten Einheit.

Hier ist ein Beispiel für eine Achsgeradheitstoleranz pro Einheit. Das obere Segment ist die Gesamtgeradheit, und das untere Segment ist die Geradheit pro Einheit.

Hier ist ein Beispiel für eine Flächengeradheitstoleranz pro Einheit. Das obere Segment ist die Gesamtgeradheit, und das untere Segment ist die Geradheit pro Einheit.

—	0.008
—	0.002 / 1.2

Dargestellte Optionen

Für das Segment **pro Einheit** gibt es keine Optionen zur Berechnung der Toleranzzone; es werden immer die **Standardberechnungen** verwendet.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Geradheitstoleranz pro Einheit. Das obere Etikett bezieht sich auf die Gesamtgeradheit und das untere Etikett auf die Geradheit pro Einheit.

FCFSTRA1	IN	— 0.008				LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
LIN1	0.0000	0.0080		0.0007	0.0007	0.0000	
FCFSTRA1	IN	— 0.002/1.2				DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
LIN1	0.0000	0.0020		0.0005	0.0005	0.0000	

Rechtwinkligkeit

Einführung

Eine Rechtwinkligkeitsspezifikation steuert, wie stark das Element von einem perfekten 90-Grad-Winkel in Bezug auf eine Bezüge abweichen kann. Manchmal können Sie einen sekundären Bezug verwenden, um die Ausrichtung des Toleranzbereichs weiter zu steuern.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$
 $\varnothing 0.002 \text{ (M)}$ A

Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Jedes betrachtete Element und jedes resultierende tolerierte Element
- Jede Toleranzzone
- Die Bezugselemente

Um diese Toleranz zu bewerten, konvertiert PC-DMIS jedes betrachtete Element in ein toleriertes Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

PC-DMIS optimiert dann jedes tolerierte Element in sein jeweiliges Toleranzfeld. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt.

Jedes tolerierte Element wird unabhängig optimiert.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden:

Zylinder, Kegel, Ebenen, Linien, 3D-Breiten und 2D-Breiten

Einige Elementtypen haben ein anderes toleriertes Element als die Flächendaten des betrachteten Elements. Dazu gehören 3D-abhängige BE-Linien, Zylinder, Kegel, 3D-Breiten, 2D-Breiten und Ebenen mit Tangentialebenenmodifikator. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Zulässige Modifikatoren



Toleranzen gemäß ISO 1101 ermöglichen zusätzliche Modifikatoren für die zugehörige tolerierte Element-Spezifikation \textcircled{C} und \textcircled{G} für Nicht-Größenelemente. Für Größenelemente stehen die Modifikatoren \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} und \textcircled{X} zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

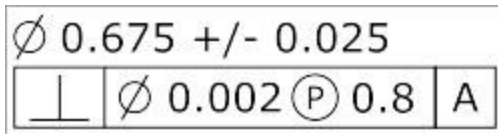


Angenommen, eine zylindrische Bohrung hat eine Rechtwinkligkeitstoleranz von 0,002 bei MMC, wie hier gezeigt:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$
 $\boxed{\perp} \varnothing 0.002 \textcircled{M} \textcircled{A}$

Die Größentoleranz beträgt 0,675 plus oder minus 0,025, was bedeutet, dass der Bereich der akzeptablen Größen 0,650 bis 0,700 beträgt. Der maximale Materialzustand beträgt dann 0,650. Wenn die unabhängige gemessene Größe der Paßhülle 0,661 beträgt, dann ist die Bonustoleranz 0,011 und die Gesamtteranz 0,013.

Sie können einen Modifikator \textcircled{P} für projizierte Zonen wie hier gezeigt verwenden:

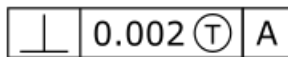


Dies projiziert (extrapoliert) die Achse des gemessenen Merkmals wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.



Mit PC-DMIS können Sie projizierte Toleranzbereiche nur für Auto-Elemente Zylinder verwenden. Wenn Sie versuchen, einen Modifikator für die Projektionszone für einen anderen Elementtyp hinzuzufügen, gibt der Befehl Geometrische Toleranz eine Fehlermeldung aus, in der darauf hingewiesen wird, dass der Elementtyp ungültig ist. Dies liegt daran, dass der projizierte Toleranzbereich an der nominalen Stirnfläche des Zylinders beginnen muss. Gemessene Zylinder und abhängige Zylinder platzieren den nominalen Startpunkt normalerweise nicht an der nominalen Stirnfläche.

Wenn das betrachtete Element eine Ebene mit Oberflächendaten ist, können Sie einen Tangentialebenen-Modifikator \textcircled{T} verwenden, wie hier gezeigt:



Dadurch wird das tolerierte Element zu einer perfekt geformten Ebene, die tangential zur tatsächlichen Oberfläche verläuft, wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.

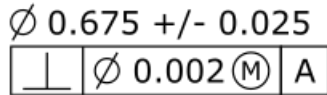
Formen der Toleranzzonen

Wenn das betrachtete Element eine Achse hat, kann die Form des Toleranzbereichs diametrisch (mit dem Symbol \varnothing für Toleranzbereichsform) oder planar (kein Symbol für Toleranzbereichsform) sein. Dies sind die axial betrachteten Elemente:

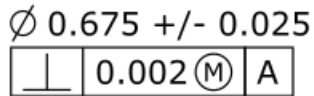
- Zylinder
- Kegel
- Flächenlose Achse

Informationen über die Element-Befehlstypen, die diesen Elementtypen entsprechen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Hier ist ein Beispiel für eine Rechtwinkligkeit auf einem Zylinder mit einem diametralen Toleranzbereich:



Hier ist ein Beispiel für eine Rechtwinkligkeit auf einem Zylinder mit einem ebenen Toleranzbereich:



Planare Toleranzbereiche auf axial betrachteten Elementen benötigen eine bestimmte Toleranzzonenausrichtung. Der Grund dafür ist, dass das Element nicht über genügend Informationen verfügt, um die Zone korrekt auszurichten. In diesen Fällen wird die Schaltfläche **Zonenausrichtung** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** sichtbar. Informationen darüber, wie diese Schaltfläche zum Ändern der Zonenausrichtung verwendet werden kann, finden Sie unter "Zonenausrichtung" im Thema "Registerkarte "Toleranzrahmen"".



Wenn eine Toleranz die X-Komponente der Ausrichtung steuert, sollte der Flächennormalenvektor der Toleranzzone X sein.

Wenn das betrachtete Element eine Ebene, eine Flächenlinie, eine 3D-Breite oder eine 2D-Breite ist, ist die Form des Toleranzbereichs immer planar. Sie ist parallel zur Nennfläche bzw. zu den Nennflächen ausgerichtet.

Sie können mehr als ein betrachtetes Element haben, aber diese Elemente müssen alle vom gleichen Typ sein.

Istwert und Messwert

Istwert:

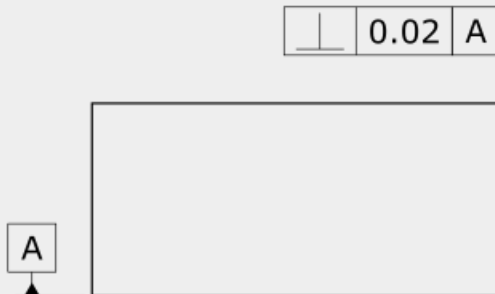
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das tatsächlich tolerierte Element enthält. Der Bereich ist nominell auf den oder die tatsächlichen Bezüge ausgerichtet.

Messwert:

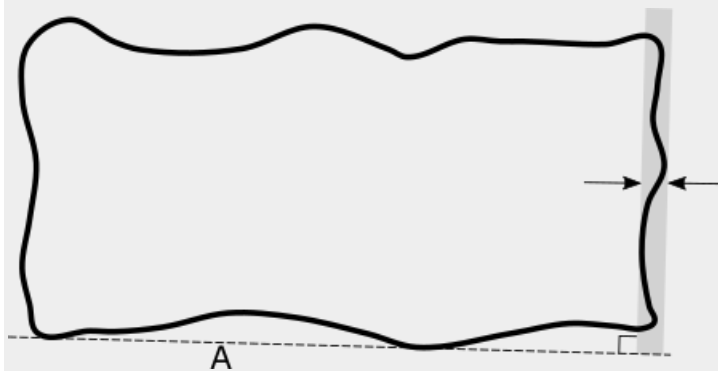
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das gemessene tolerierte Element enthält. Der Bereich ist nominell auf den oder die gemessenen Bezüge ausgerichtet.



Angenommen, Sie haben diese Rechtwinkligkeitsspezifikation:

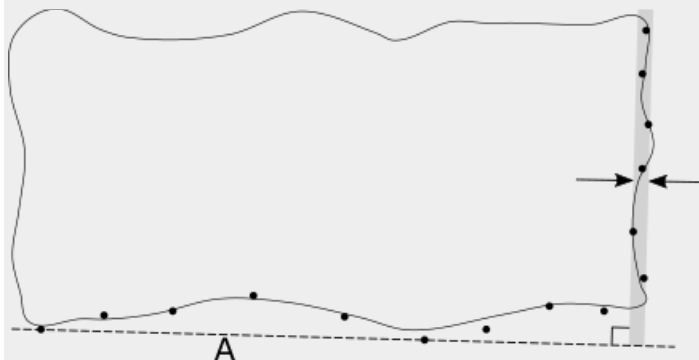


Für die obige Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



In der obigen Abbildung verwendet die tatsächliche Werkstückoberfläche die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezugspunkt verwendet die gestrichelte Linie, und die kleinste Toleranzzone, das das tatsächlich tolerierte Merkmal enthält, ist im schattierten Bereich dargestellt. Der Toleranzbereich liegt genau senkrecht zum tatsächlichen Bezug.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung **STANDARD**) wie folgt aus:



In der obigen Abbildung ist der gemessene Toleranzbereich genau senkrecht zum gemessenen Bezug. In diesem Fall ist der gemessene Wert kleiner als der Istwert, da die gemessenen Punkte nicht dicht genug gemessen wurden.

Gültigkeitsregeln

Das betrachtete Element oder die betrachteten Elemente müssen nominell senkrecht zum primären Bezug stehen.

Aus diesem Grund müssen alle Eingabeelemente (betrachtet und Bezug) die korrekten angegebenen Nennwerte haben. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die Toleranzzone in Bezug auf die Bezugselemente korrekt ausrichtet. Es stellt auch sicher, dass der geometrische Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Bei einem planaren Bereich auf axialen Elementen muss der Bezugsrahmen die Ausrichtung des Toleranzbereichs vollständig einschränken. Die Flächennormale des planaren Toleranzbereichs muss senkrecht zum Achsvektor jedes betrachteten Elements stehen.

Vergleich zu früherer Praxis

In PC-DMIS ab Version 2020 R2 sind Materialmodifikatoren auf Bezüge nicht mehr erlaubt.

Dargestellte Optionen

Wenn das betrachtete Element Flächendaten hat und sich das tolerierte Element von den Flächendaten des betrachteten Elements unterscheidet (Kegel, Zylinder und Breiten), steuert der Elementberechnungstyp, wie das tolerierte Element aus den Flächendaten des betrachteten Elements berechnet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Protokoll

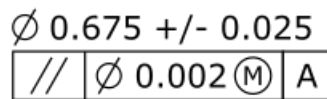
Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Rechtwinkligkeitstoleranz. Die Größentoleranz des Zylinders befindet sich auf dem oberen Etikett und die Rechtwinkligkeit der diametralen Zone auf dem unteren Etikett.

FCFPERP3 Size		MM	∅ 60.5 +0.025/-0.025			LSQ	ASME Y14.5 2018	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
D_CB	60.500000	0.025000	-0.025000	60.786416	0.286416	0.261416	<div><div></div></div>	
FCFPERP3		MM	<div><div></div>∅ 0.05 A</div>			LSQ	ASME Y14.5 2018	
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS	
D_CB	0.021472	0.000000	0.050000	0.000000	0.021472	0.000000	0.000000	<div><div></div></div>

Parallelität

Einführung

Eine Parallelitätsspezifikation steuert, wie stark das Element von der perfekten Parallelität zu einem Bezug abweichen kann. Manchmal können Sie einen sekundären Bezug verwenden, um die Ausrichtung des Toleranzbereichs zu steuern.



Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Jedes betrachtete Element und jedes resultierende tolerierte Element
- Jede Toleranzzone
- Die Bezugselemente

Um diese Toleranz zu bewerten, konvertiert PC-DMIS jedes betrachtete Element in ein toleriertes Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

PC-DMIS optimiert dann jedes tolerierte Element in sein jeweiliges Toleranzfeld. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt.

Jedes tolerierte Element wird unabhängig optimiert.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden:

Zylinder, Kegel, Ebenen, Linien, 3D-Breiten und 2D-Breiten

Einige Elementtypen haben ein anderes toleriertes Element als die Flächendaten des betrachteten Elements. Dazu gehören 3D-abhängige BE-Linien, Zylinder, Kegel, 3D-Breiten, 2D-Breiten und Ebenen mit Tangentialebenenmodifikator. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Zulässige Modifikatoren

Wenn es sich bei dem betrachteten Element um einen Zylinder oder eine Breite handelt, erlaubt dieser geometrische Toleranztyp einen Maximalen

Materialmodifikator \textcircled{M} , um anzuzeigen, dass die Spezifikation bei der maximalen Materialbedingung (MMC) liegt. Alternativ erlaubt sie einem Geringstes-Material-Modifikator \textcircled{L} anzugeben, dass sich die Spezifikation in der geringsten Materialbedingung (LMC) befindet. Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht, zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Weitere Informationen zu dieser Bonustoleranz finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem Befehl Geometrische Toleranz".

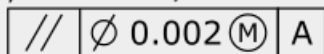


Toleranzen gemäß ISO 1101 ermöglichen zusätzliche Modifikatoren für die zugehörige tolerierte Element-Spezifikation \textcircled{C} und \textcircled{G} für Nicht-Größenelemente. Für Größenelemente stehen die Modifikatoren \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} und \textcircled{X} zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.



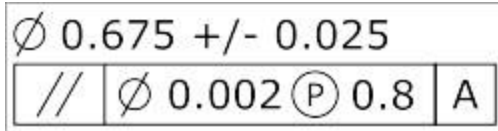
Angenommen, eine zylindrische Bohrung hat eine Parallelitätstoleranz von 0,002 bei MMC, wie hier gezeigt:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Die Größentoleranz beträgt 0,675 plus oder minus 0,025, was bedeutet, dass der Bereich der akzeptablen Größen 0,650 bis 0,700 beträgt. Der maximale Materialzustand beträgt dann 0,650. Wenn die unabhängige gemessene Größe der Paßhülle 0,661 beträgt, dann ist die Bonustoleranz 0,011 und die Gesamttoleranz 0,013.

Sie können einen Modifikator \textcircled{P} für projizierte Zonen wie hier gezeigt verwenden:

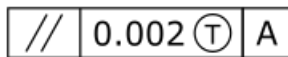


Dies projiziert (extrapoliert) die Achse des gemessenen Merkmals wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.



Mit PC-DMIS können Sie projizierte Toleranzbereiche nur für Auto-Elemente Zylinder verwenden. Wenn Sie versuchen, einen Modifikator für die Projektionszone für einen anderen Elementtyp hinzuzufügen, gibt der Befehl Geometrische Toleranz eine Fehlermeldung aus, in der darauf hingewiesen wird, dass der Elementtyp ungültig ist. Dies liegt daran, dass der projizierte Toleranzbereich an der nominalen Stirnfläche des Zylinders beginnen muss. Gemessene Zylinder und abhängige Zylinder platzieren den nominalen Startpunkt normalerweise nicht an der nominalen Stirnfläche.

Wenn das betrachtete Element eine Ebene mit Oberflächendaten ist, können Sie einen Tangentialebenen-Modifikator \textcircled{T} verwenden, wie hier gezeigt:



Dadurch wird das tolerierte Element zu einer perfekt geformten Ebene, die tangential zur tatsächlichen Oberfläche verläuft, wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.

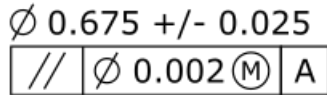
Formen der Toleranzzonen

Wenn das betrachtete Element eine Achse hat, kann die Form des Toleranzbereichs diametrisch (mit dem Symbol $\textcircled{\varnothing}$ für Toleranzbereichsform) oder planar (kein Symbol für Toleranzbereichsform) sein. Dies sind die axial betrachteten Elemente:

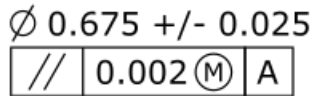
- Zylinder
- Kegel
- Flächenlose Achse

Informationen über die Element-Befehlstypen, die diesen Elementtypen entsprechen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Hier ist ein Beispiel für eine Parallelität an einem Zylinder mit einem diametralen Toleranzbereich:



Hier ist ein Beispiel für eine Parallelität an einem Zylinder mit einer ebenen Toleranzzone:



Planare Toleranzbereiche auf axial betrachteten Elementen benötigen eine bestimmte Toleranzzonenausrichtung. Der Grund dafür ist, dass das Element nicht über genügend Informationen verfügt, um die Zone korrekt auszurichten. In diesen Fällen wird die Schaltfläche **Zonenausrichtung** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** sichtbar. Informationen darüber, wie diese Schaltfläche zum Ändern der Zonenausrichtung verwendet werden kann, finden Sie unter "Zonenausrichtung" im Thema "Registerkarte "Toleranzrahmen"".



Wenn eine Toleranz die X-Komponente der Ausrichtung steuert, sollte der Flächennormalenvektor der Toleranzzone X sein.

Wenn das betrachtete Element eine Ebene, eine Flächenlinie, eine 3D-Breite oder eine 2D-Breite ist, ist die Form des Toleranzbereichs immer planar. Sie ist parallel zur Nennfläche bzw. zu den Nennflächen ausgerichtet.

Sie können mehr als ein betrachtetes Element haben, aber diese Elemente müssen alle vom gleichen Typ sein.

Istwert und Messwert

Istwert:

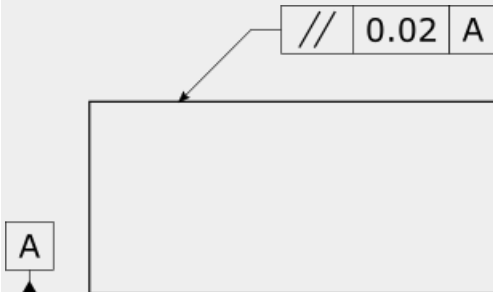
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das tatsächlich tolerierte Element enthält. Der Bereich ist nominell auf den oder die tatsächlichen Bezüge ausgerichtet.

Messwert:

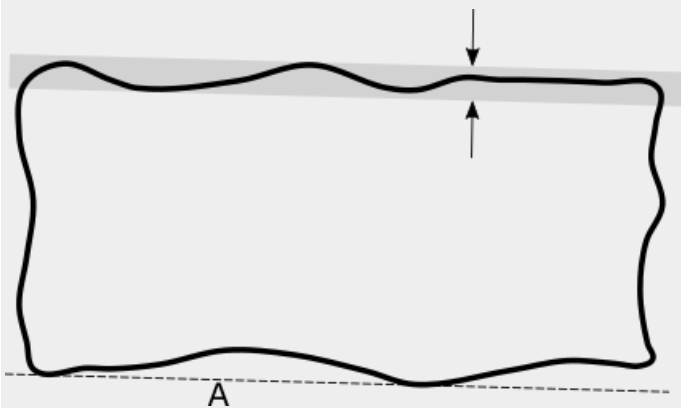
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das gemessene tolerierte Element enthält. Der Bereich ist nominell auf den oder die gemessenen Bezüge ausgerichtet.



Angenommen, Sie hätten diese Parallelitätsvorgabe:

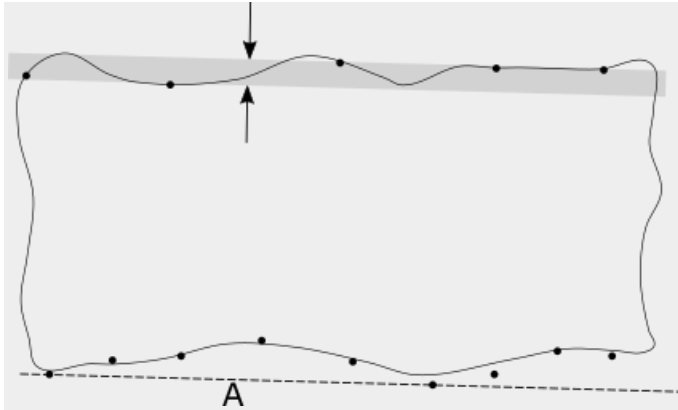


Für die obige Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



In der obigen Abbildung verwendet die tatsächliche Werkstückoberfläche die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezugspunkt verwendet die gestrichelte Linie, und die kleinste Toleranzzone, das das tatsächlich tolerierte Merkmal enthält, ist im schattierten Bereich dargestellt. Der Toleranzbereich liegt genau parallel zum tatsächlichen Bezug.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung **STANDARD**) wie folgt aus:



Der gemessene Toleranzbereich liegt genau parallel zum gemessenen Bezug. In diesem Fall ist der gemessene Wert kleiner als der Istwert, da die gemessenen Punkte nicht dicht genug gemessen wurden.

Gültigkeitsregeln

Jedes betrachtete Element muss nominell parallel zum primären Bezug sein.

Aus diesem Grund müssen alle Eingabeelemente (betrachtet und Bezug) die korrekten angegebenen Nennwerte haben. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die Toleranzzone in Bezug auf die Bezugselemente korrekt ausrichtet. Es stellt auch sicher, dass der geometrische Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Bei einem planaren Bereich auf axialen Elementen muss der Bezugsrahmen die Ausrichtung des Toleranzbereichs vollständig einschränken. Die Flächennormale des planaren Toleranzbereichs muss senkrecht zum Achsvektor jedes betrachteten Elements stehen.

Vergleich zu früherer Praxis

In PC-DMIS ab Version 2020 R2 sind Materialmodifikatoren auf Bezüge nicht mehr erlaubt.

Dargestellte Optionen

Wenn das betrachtete Element Flächendaten hat und sich das tolerierte Element von den Flächendaten des betrachteten Elements unterscheidet (Kegel, Zylinder und Breiten), steuert der Elementberechnungstyp, wie das tolerierte Element aus den Flächendaten des betrachteten Elements berechnet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Parallelitätstoleranz. Die Größentoleranz des Zylinders befindet sich auf dem oberen Etikett, und die Parallelität der diametralen Zonen auf dem unteren Etikett.

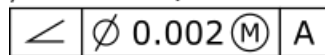
FCFPARL1 Size	MM	Ø 15 +0.025/-0.025					LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
CYL2	15.000000	0.025000	-0.025000	15.421644	0.421644	0.396644		
FCFPARL1	MM	// Ø 0.2 D					LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS	
CYL2	0.132449	0.000000	0.200000	0.000000	0.132449	0.000000	0.000000	

Neigung

Einführung

Eine Winkelspezifikation steuert, wie stark das Element von einem bestimmten Winkel zu einem Bezugspunkt abweichen kann. Manchmal können Sie einen sekundären Bezug verwenden, um die Ausrichtung des Toleranzbereichs zu steuern.

Ø 0.675 +/- 0.025



Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Jedes betrachtete Element und jedes resultierende tolerierte Element
- Jede Toleranzzone
- Die Bezugselemente

Um diese Toleranz zu bewerten, konvertiert PC-DMIS jedes betrachtete Element in ein toleriertes Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

PC-DMIS optimiert dann jedes tolerierte Element in sein jeweiliges Toleranzfeld. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt.

Jedes tolerierte Element wird unabhängig optimiert.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden:

Zylinder, Kegel, Ebenen, Linien, 3D-Breiten und 2D-Breiten

Einige Elementtypen haben ein anderes toleriertes Element als die Flächendaten des betrachteten Elements. Dazu gehören 3D-abhängige BE-Linien, Zylinder, Kegel, 3D-Breiten, 2D-Breiten und Ebenen mit Tangentialebenenmodifikator. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Zulässige Modifikatoren

Wenn es sich bei dem betrachteten Element um einen Zylinder oder eine Breite handelt, erlaubt dieser geometrische Toleranztyp einen Maximalen Materialmodifikator \textcircled{M} , um anzuzeigen, dass die Spezifikation bei der maximalen Materialbedingung (MMC) liegt. Alternativ erlaubt sie einem Geringstes-Material-Modifikator \textcircled{L} anzugeben, dass sich die Spezifikation in der geringsten Materialbedingung (LMC) befindet. Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht, zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Weitere Informationen zu dieser Bonustoleranz finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem Befehl Geometrische Toleranz".

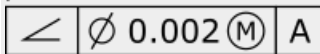


Toleranzen gemäß ISO 1101 ermöglichen zusätzliche Modifikatoren für die zugehörige tolerierte Element-Spezifikation \textcircled{C} und \textcircled{G} für Nicht-Größenelemente. Für Größenelemente stehen die Modifikatoren \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} und \textcircled{X} zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.



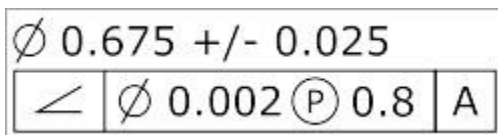
Angenommen, eine zylindrische Bohrung hat eine Winkeltoleranz von 0,002 bei MMC, wie hier gezeigt:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Die Größentoleranz beträgt 0,675 plus oder minus 0,025, was bedeutet, dass der Bereich der akzeptablen Größen 0,650 bis 0,700 beträgt. Der maximale Materialzustand beträgt dann 0,650. Wenn die unabhängige gemessene Größe der Paßhülle 0,661 beträgt, dann ist die Bonustoleranz 0,011 und die Gesamttoleranz 0,013.

Sie können einen Modifikator \textcircled{P} für projizierte Zonen wie hier gezeigt verwenden:

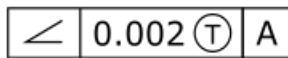


Dies projiziert (extrapoliert) die Achse des gemessenen Merkmals wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.



Mit PC-DMIS können Sie projizierte Toleranzbereiche nur für Auto-Elemente Zylinder verwenden. Wenn Sie versuchen, einen Modifikator für die Projektionszone für einen anderen Elementtyp hinzuzufügen, gibt der Befehl Geometrische Toleranz eine Fehlermeldung aus, in der darauf hingewiesen wird, dass der Elementtyp ungültig ist. Dies liegt daran, dass der projizierte Toleranzbereich an der nominalen Stirnfläche des Zylinders beginnen muss. Gemessene Zylinder und abhängige Zylinder platzieren den nominalen Startpunkt normalerweise nicht an der nominalen Stirnfläche.

Wenn das betrachtete Element eine Ebene mit Oberflächendaten ist, können Sie einen Tangentialebenen-Modifikator \textcircled{T} verwenden, wie hier gezeigt:



Dadurch wird das tolerierte Element zu einer perfekt geformten Ebene, die tangential zur tatsächlichen Oberfläche verläuft, wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.

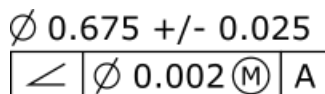
Formen der Toleranzzonen

Wenn das betrachtete Element eine Achse hat, kann die Form des Toleranzbereichs diametrisch (mit dem Symbol \varnothing für Toleranzbereichsform) oder planar (kein Symbol für Toleranzbereichsform) sein. Dies sind die axial betrachteten Elemente:

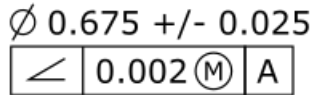
- Zylinder
- Kegel
- Flächenlose Achse

Informationen über die Element-Befehlstypen, die diesen Elementtypen entsprechen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Hier ist ein Beispiel für eine Neigung an einem Zylinder mit einer diametralen Toleranzzone:



Hier ist ein Beispiel für eine Neigung an einem Zylinder mit einer ebenen Toleranzzone:



Planare Toleranzbereiche auf axial betrachteten Elementen benötigen eine bestimmte Toleranzzonenausrichtung. Der Grund dafür ist, dass das Element nicht über genügend Informationen verfügt, um die Zone korrekt auszurichten. In diesen Fällen wird die Schaltfläche **Zonenausrichtung** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** sichtbar. Informationen darüber, wie diese Schaltfläche zum Ändern der Zonenausrichtung verwendet werden kann, finden Sie unter "Zonenausrichtung" im Thema "Registerkarte "Toleranzrahmen"".



Wenn eine Toleranz die X-Komponente der Ausrichtung steuert, sollte der Flächennormalenvektor der Toleranzzone X sein.

Istwert und Messwert

Istwert:

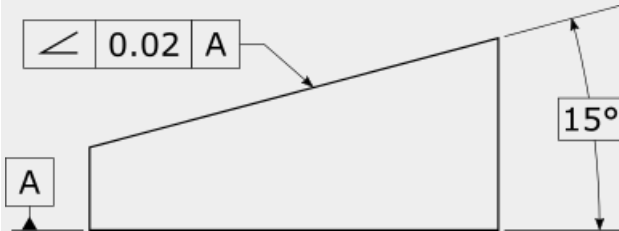
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das tatsächlich tolerierte Element enthält. Der Bereich ist nominell auf den oder die tatsächlichen Bezüge ausgerichtet.

Messwert:

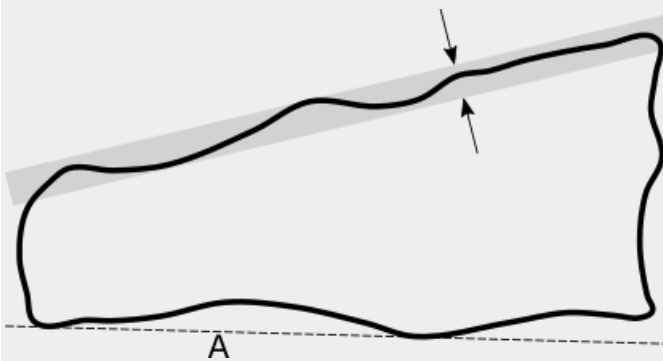
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das gemessene tolerierte Element enthält. Der Bereich ist nominell auf den oder die gemessenen Bezüge ausgerichtet.



Angenommen, Sie hätten diese Winkelangabe:

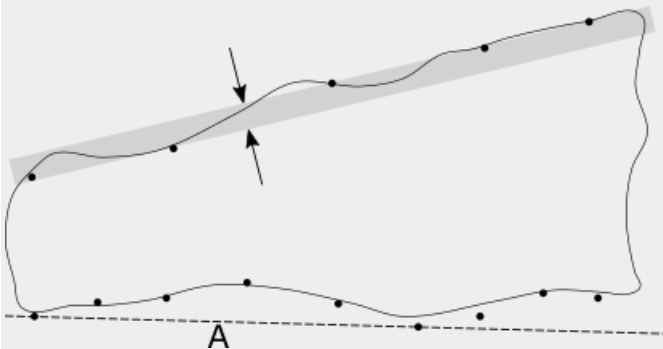


In der obigen Spezifikation sieht der tatsächliche Wert wie folgt aus:



In der obigen Abbildung verwendet die tatsächliche Werkstückoberfläche die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezugspunkt verwendet die gestrichelte Linie, und die kleinste Toleranzzone, das das tatsächlich tolerierte Merkmal enthält, ist im schattierten Bereich dargestellt. Die Toleranzzone liegt genau 15° zum tatsächlichen Bezugspunkt.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung **STANDARD**) wie folgt aus:



In der obigen Abbildung liegt die gemessene Toleranzzone genau 15° zum gemessenen Bezug. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Gültigkeitsregeln

Das betrachtete Element oder die betrachteten Elemente werden in einem bestimmten Nennwinkel zum Bezugselement oder zu den Bezugselemente angegeben.

Aus diesem Grund müssen alle Eingabeelemente (betrachtet und Bezug) die korrekten angegebenen Nennwerte haben. Dadurch wird auch sichergestellt, dass der Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Bei einem planaren Bereich auf axialen Elementen muss der Bezugsrahmen die Ausrichtung des Toleranzbereichs vollständig einschränken. Die Flächennormale des planaren Toleranzbereichs muss senkrecht zum Achsvektor jedes betrachteten Elements stehen.

Vergleich zu früherer Praxis 1

Ab PC-DMIS Version 2020 R2 können Sie nicht mehr den Nennwinkel vom betrachteten Element zum primären Bezugspunkt eingeben. Stattdessen müssen Sie sicherstellen, dass die Elemente (betrachtet und Bezug) die richtigen Nennwerte besitzen.

Vergleich zu früherer Praxis 2

In PC-DMIS ab Version 2020 R2 sind Materialmodifikatoren auf Bezüge nicht mehr erlaubt.

Dargestellte Optionen

Wenn das betrachtete Element Flächendaten hat und sich das tolerierte Element von den Flächendaten des betrachteten Elements unterscheidet (Kegel, Zylinder und Breiten), steuert der Elementberechnungstyp, wie das tolerierte Element aus den Flächendaten des betrachteten Elements berechnet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Winkeltoleranz. Die Größentoleranz des Zylinders befindet sich auf dem oberen Etikett und die Neigung der diametralen Zone auf dem unteren Etikett.

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

FCFANGLRITY1 Size	MM	$\varnothing 10 +0.025/-0.025$		LSQ	ASME Y14.5 2018		
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL1	10.000000	0.025000	-0.025000	10.012401	0.012401	0.000000	
FCFANGLRITY1	MM	$\leq \varnothing 0.05 \text{ A}$		LSQ	ASME Y14.5 2018		
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL1	0.068316	0.000000	0.050000	0.000000	0.068316	0.018316	0.000000

Positionieren

Einführung

Eine Positionsspezifikation steuert, wie stark das betrachtete Element oder die betrachteten Elemente von einer bestimmten Position in Bezug auf null oder mehr Bezüge abweichen können.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$
 $\oplus 0.08 \text{ (M) A D}$

Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Jedes betrachtete Element und jedes resultierende tolerierte Element
- Jede Toleranzzone
- Die Bezugselemente (wenn auf welche Bezug genommen wird)

Um diese Toleranz zu bewerten, konvertiert PC-DMIS jedes betrachtete Element in ein toleriertes Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

PC-DMIS optimiert dann jedes tolerierte Element in sein jeweiliges Toleranzfeld. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt. Wenn es mehrere betrachtete Elemente gibt, berücksichtigt der Optimierungsprozess alle Elemente gleichzeitig, so dass alle tolerierten Elemente auf einmal in ihre Toleranzbereiche eingepasst werden. Dieser Prozess ähnelt einer physikalischen Lehre, bei der alle Messstifte gleichzeitig in die Bohrungen des Werkstücks passen müssen.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden:

Kugeln, flächenlose 3D-Punkte, Zylinder, Kreise, Kegel, Breiten, Löcher, Kerben, abhängige Mittelebenen, abhängige Mittellinien und abhängige Mittelpunkte.

ASME-Positionstoleranzen ermöglichen auch abhängige 3D-BE-Linien. ISO-Positionstoleranzen erlauben auch Ebenen, Linien und Flächenpunkte.

Abhängige 3D-BE-Linien, Kugeln, Zylinder, Kreise, Kegel, Breiten, Löcher und Kerben haben ein toleriertes Element, das sich von den Flächendaten des betrachteten Elements unterscheidet. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Zulässige Modifikatoren

Wenn es sich bei dem betrachteten Element um einen Zylinder, eine Kugel oder eine Breite handelt, erlauben Positionstoleranzen einem Maximum-Materialmodifikator (M) anzugeben, dass die Spezifikation bei der maximalen Materialbedingung (MMC) liegt. Alternativ erlaubt sie einem Geringstes-Material-Modifikator (L) anzugeben, dass sich die Spezifikation in der geringsten Materialbedingung (LMC) befindet. Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht, zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Weitere Informationen zu dieser Bonustoleranz finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem Befehl Geometrische Toleranz".

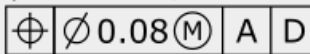


Toleranzen gemäß ISO 1101 ermöglichen zusätzliche Modifikatoren für die zugehörige tolerierte Element-Spezifikation \textcircled{C} und \textcircled{G} für Nicht-Größenelemente. Für Größenelemente stehen die Modifikatoren \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} und \textcircled{X} zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.



Dieses Beispiel ist in Zoll. Angenommen, eine zylindrische Bohrung hat eine Positionstoleranz von 0,08 bei MMC, wie hier gezeigt:

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$



Die Größentoleranz beträgt 0,675 plus oder minus 0,025, was bedeutet, dass der Bereich der akzeptablen Größen 0,650 bis 0,700 beträgt. Der maximale Materialzustand beträgt dann 0,650. Wenn die unabhängige gemessene Größe der Paßhülle 0,661 beträgt, dann ist die Bonustoleranz 0,011 und die Gesamttoleranz 0,091.

Sie können einen Modifikator \textcircled{P} für projizierte Zonen wie hier gezeigt verwenden:



Dies projiziert (extrapoliert) die Achse des gemessenen Merkmals wie in "Ableitung des tolerierten Elements" beschrieben.



Mit PC-DMIS können Sie projizierte Toleranzbereiche nur für Auto-Elemente Zylinder verwenden. Wenn Sie versuchen, einen Modifikator für die Projektionszone für einen anderen Elementtyp hinzuzufügen, gibt der Befehl Geometrische Toleranz eine Fehlermeldung aus, in der darauf hingewiesen wird, dass der Elementtyp ungültig ist. Dies liegt daran, dass der projizierte Toleranzbereich an der nominalen Stirnfläche des Zylinders beginnen muss. Gemessene Zylinder und abhängige Zylinder platzieren den nominalen Startpunkt normalerweise nicht an der nominalen Stirnfläche.

Formen der Toleranzzonen

Für verschiedene Arten von Elementen sind unterschiedliche Toleranzzonenformen zulässig. Informationen über die Elementbefehlstypen, die sich auf verschiedene Elementtypen beziehen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Punktförmig betrachtete Elemente

Wenn das betrachtete Element punktförmig ist, kann die Form des Toleranzbereichs planar, diametral oder kugelförmig sein. Dies sind punktförmig betrachtete Elemente:

Kugel oder flächenloser 3D-Punkt

Von links nach rechts zeigen die Bilder unten TRs mit einem planaren, diametralen und sphärischen Toleranzbereich, wenn das betrachtete Element eine Kugel ist:

$S\varnothing 0.675 \pm 0.025$
 $S\varnothing 0.675 \pm 0.025$
 $S\varnothing 0.675 \pm 0.025$

Planare und diametrische Toleranzbereiche auf punktförmig betrachteten Elementen benötigen eine festgelegte Toleranzbereichsorientierung, da das Element nicht über genügend Informationen verfügt, um den Bereich korrekt zu orientieren. In diesen Fällen wird die Schaltfläche **Zonenausrichtung** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** sichtbar. Informationen darüber, wie diese Schaltfläche zum Ändern der Zonenausrichtung verwendet werden kann, finden Sie unter "Zonenausrichtung" im Thema "Registerkarte "Toleranzrahmen"".



Wenn eine Positionstoleranz die X-Komponente der Position (planare Toleranzzone) steuert, sollte der Oberflächennormalenvektor der Toleranzzone X sein.

Wenn eine Positionstoleranz die X- und Y-Komponenten der Position steuert (diametraler Toleranzbereich), sollte der Achsvektor des Toleranzbereiches Z sein.

Axial betrachtete Elemente

Wenn das betrachtete Element axial ist, kann der Toleranzbereich planar, diametral, radial oder senkrecht zur Radialebene sein. Dies sind axial betrachtete Elemente:

Zylinder, kreisförmiger Querschnitt eines Zylinders, Kegel oder flächenlose Achse

Unten ist ein diametrischer Toleranzbereich unter Verwendung des Symbols für diametrische Zonen dargestellt.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$

\oplus	$\varnothing 0.08$	\textcircled{M}	A	D
----------	--------------------	-------------------	---	---

Planare Zonen, Radialbogenzonen und senkrecht-zu-radial Zonen verwenden kein Toleranzzonenformsymbol und sind unten dargestellt.

$\varnothing 0.675 \pm 0.025$

\oplus	0.08	\textcircled{M}	A	D
----------	------	-------------------	---	---

Planare Toleranzbereiche auf axial betrachteten Elementen benötigen eine festgelegte Toleranzzonenausrichtung, da das Element nicht über genügend Informationen verfügt, um die Zone korrekt auszurichten. In diesen Fällen wird die Schaltfläche **Zonenausrichtung** im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** sichtbar. Informationen darüber, wie diese Schaltfläche zum Ändern der Zonenausrichtung verwendet werden kann, finden Sie unter "Zonenausrichtung" im Thema "Registerkarte "Toleranzrahmen"". Mit dieser Schaltfläche können Sie auch einen radialen Bogen oder eine senkrecht-zur-radialen Zone angeben.



Wenn eine Positionstoleranz die X-Komponente der Position steuert, sollte der Flächennormalenvektor der Toleranzzone X sein.

Flächenhaft betrachtete Elemente

Wenn das betrachtete Element planar ist, ist der Toleranzbereich immer planar und parallel zu den Nominalflächen ausgerichtet. Dies sind flächenhaft betrachtete Elemente:

Ebene, Flächenlinie, Breite, Loch, Kerbe, Flächenpunkt oder Mittelpunkt

Sie können mehr als ein betrachtetes Element haben, aber diese Elemente müssen alle vom gleichen Typ sein.

Seien Sie vorsichtig mit Löchern und -kerben.

Sie sollten sie nur verwenden, wenn Sie bereits wissen, dass die Form der Elements sehr gut ist. Wenn Sie vermuten, dass der hergestellte Formfehler erheblich sein könnte, verwenden Sie keinen Loch- oder Kerbbefehl. Führen Sie stattdessen einen Scan um den Umfang des Elements durch und tolerieren Sie dann die Form, Ausrichtung und Lage des Elements mit einer Toleranz Profil einer Linie.

Istwert und Messwert

Istwert:

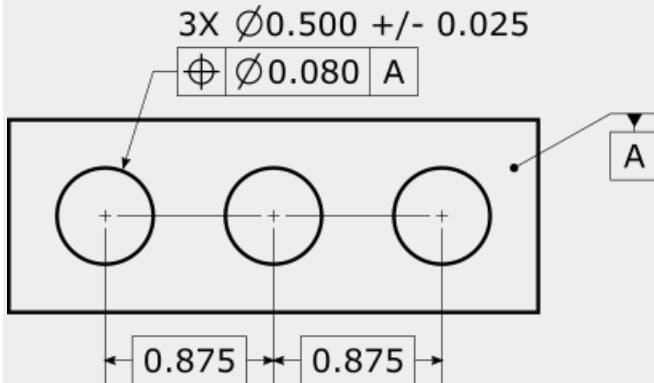
Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Istwert. Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das tatsächlich tolerierte Element enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich in Bezug auf jeden tatsächlichen Bezug, mit einigen Ausnahmen, die in "Wie PC-DMIS Bezüge löst" beschrieben sind. Wenn die Positionstoleranz mehr als ein berücksichtigtes Element enthält und zum Bezugssystem nicht vollständig eingeschränkt ist, muss ein Optimierungsverfahren möglichst alle tolerierten Elemente gleichzeitig in ihre jeweiligen Toleranzbereiche einpassen.

Messwert:

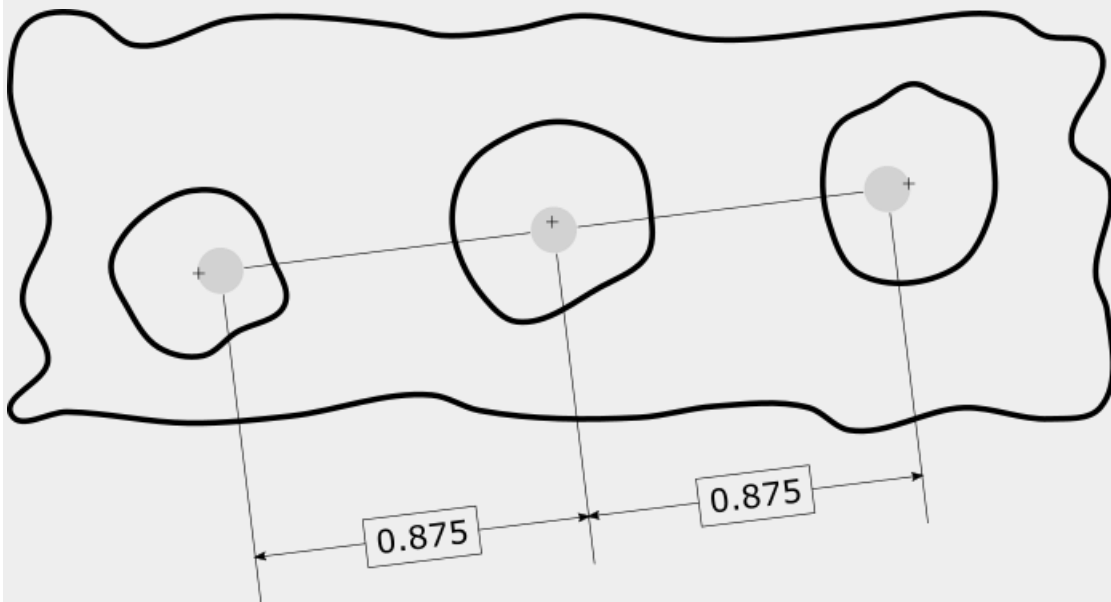
Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Messwert. Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das gemessene tolerierte Element enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich zu jedem gemessenen Bezug, mit einigen Ausnahmen, die in "Wie PC-DMIS Bezüge löst" beschrieben sind. Wenn die Positionstoleranz mehr als ein betrachtetes Element enthält und das Bezugssystem nicht vollständig eingeschränkt ist, passt das PC-DMIS-Optimierungsverfahren alle tolerierten Elemente gleichzeitig proportional in ihre jeweiligen Toleranzbereiche ein, wodurch gewährleistet wird, dass alle tolerierten Elemente möglichst in ihre jeweiligen Toleranzbereiche passen.



Angenommen, Sie haben diese Positionsangabe:



Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



Die tatsächliche Werkstückfläche verwendet die durchgezogene Linie, die tatsächlich tolerierten Elemente sind die kleinen Kreuze, und die kleinsten Toleranzbereiche, die die tatsächlich tolerierten Elemente enthalten, werden in den schattierten Bereichen angezeigt. Die Toleranzbereich sind nominell zueinander und gemäß der Bezüge angeordnet und orientiert.

Gültigkeitsregeln

Die betrachteten Elemente müssen eine gewisse nominale Position und Orientierung in Bezug auf jedes Bezugselement haben.

Alle Eingabe-Elemente (betrachtet und Bezug) müssen die korrekten angegebenen Nennwerte haben. Dadurch wird sichergestellt, dass die Messwerte korrekt berechnet werden und dass der Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Bei einem planaren Bereich auf axialen Elementen muss der Bezugsrahmen die Ausrichtung des Toleranzbereichs vollständig einschränken. Die Flächennormale des planaren Toleranzbereichs muss senkrecht zum Achsvektor jedes betrachteten Elements stehen.

Für radiale und senkrecht-zu-radial Toleranzbereiche an axialen Elementen sind folgende Anforderungen zu beachten:

- Der Bezugsrahmen muss einen klaren polaren Ursprung und eine polare Achse festlegen.
- Die axialen Elemente müssen nominell parallel zur Polarachse sein.

Dargestellte Optionen

Wenn das betrachtete Element Flächendaten hat und sich das tolerierte Element von den Flächendaten des betrachteten Elements unterscheidet (Kugeln, Kegel, Zylinder, Kreise, Breiten), steuert der Toleranztyp des Elements, wie das Toleranzmerkmal aus den Flächendaten des betrachteten Elements berechnet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Löchern können in der Breite oder in der Länge betrachtet werden, wie in "Löcher_Länge_versus_Breite" beschrieben:

Untere Segmente der zusammengesetzten Position

Eine Positionstoleranz mit mehreren Segmenten wird als "zusammengesetzte Position" bezeichnet. Zusammengesetzte Positionstoleranzen werden normalerweise auf einem Muster von Elementen angegeben. Das erste (oder obere) Segment einer zusammengesetzten Position ist dasselbe wie eine Einzelsegmentposition, wie in den vorhergehenden Abschnitten dieser Seite beschrieben. Alle unteren Segmente einer zusammengesetzten Position sind subtil unterschiedlich. Der Grund dafür ist, dass die Toleranzbereiche des Musters im Vergleich zum Bezugsrahmen nicht gesperrt sind. Die Toleranzbereiche bleiben jedoch nominell lokalisiert und aufeinander ausgerichtet.

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025

\varnothing	\varnothing 0.08 (M)	A	D	B
\varnothing	\varnothing 0.02 (M)	A	D	B

Die Bezugsrahmen der unteren Segmente einer zusammengesetzten Position folgen diesen Regeln:

- Jeder Bezugsrahmen darf nur die gleichen Bezüge verwenden wie der Bezugsrahmen darüber.
- Die Bezüge müssen in der gleichen Reihenfolge sein.
- Die Bezüge müssen die gleichen Modifikatoren haben.
- Ein unteres Segment kann weniger Bezüge haben als das obere Segment.

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

FCFLOC1 Size		MM	Ø 8 +0.1/-0.1				DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL		
CYL1	7.995	8.000	0.100	0.100	-0.005	0.000		
CYL2	7.990	8.000	0.100	0.100	-0.010	0.000		
FCFLOC1		MM	⊕ Ø 0.2 M A D E				DEFAULT	ASME Y14.5 2018
Feature	AX	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL1 (END PT)	Y	-6.912	-7.000			0.088		
	Z	-27.992	-28.000			0.008		
	TP	0.176	0.000	0.200	0.000	0.176	0.000	0.095
CYL2 (END PT)	Y	7.092	7.000			0.092		
	Z	-27.989	-28.000			0.011		
	TP	0.184	0.000	0.200	0.000	0.184	0.000	0.090

In der unteren Beschriftung der obigen Abbildung fassen die Y-, Z- und TP-Zeilen für ZYL1 und ZYL2 die Positionsbewertung für jedes betrachtete Element zusammen. Die jeweils untere Zeile, die mit TP beschriftet ist, verhält sich genauso wie alle Protokolle für andere geometrische Toleranzen. Für ZYL2 enthält die TP-Zeile die Toleranz 0,200, den Bonus 0,090 und den Messwert 0,184.



In der unteren Beschriftung des obigen Beispielberichts gibt es nur drei Zeilen für jedes Merkmal (Y, Z und TP). Für Ihre Protokolle könnte die Achsenspalte (AX) für Ihre Merkmale eine Kombination aus mehreren Zeilen mit den Bezeichnungen X, Y, Z, PR, PA und TP haben. Wenn vorhanden, geben die X-, Y-, Z-, PR- und PA-Zeilen zusätzliche Informationen, wie unten beschrieben.

Die Y- und Z-Zeilen für ZYL1 und ZYL2 geben zusätzliche Informationen über die Positionsauswertung. Diese Zeilen sollen eine vereinfachte Darstellung geben, wie das Element vom Ideal abweicht.

- Die Spalte NENNWERT der Zusatzinformationszeilen zeigt den nominalen Startpunkt des betreffenden Merkmals an.
- Die Spalte ABW dieser Zeilen zeigt den schlechtesten Abweichungsvektor unter allen Punkten des tolerierten Elements.
- Die Spalte MESS dieser Zeilen ist die Spalte NENNWERT plus die Spalte ABW. Mit anderen Worten, es handelt sich um den schlechtesten Punkt des tolerierten Elements, nachdem es so projiziert wurde, dass es so nah wie möglich am nominalen Startpunkt liegt, wobei der schlechteste Abweichungsvektor erhalten bleibt.
- Unter dem Namen des Elements gibt das Protokoll an, welches Ende oder welches Niveau des Zylinders das schlechteste war. Zum Beispiel könnte es heißen "(START PT)", "(END PT)" oder "LEVEL#3".

Die Darstellung ist vereinfacht, da, wie in Ableitung des tolerierten Elements beschrieben, die meisten Elementtypen mehr als einen Punkt im tolerierten Element haben. Zum Beispiel haben Zylinder typischerweise mindestens zwei Punkte im tolerierten Element, den gemessenen Startpunkt und den gemessenen Endpunkt. Im Gegensatz dazu haben ISO-Zylinder in manchen Fällen mehrere Punkte im tolerierten Element, einen für jeden gemessenen Querschnitt.

Wenn Sie die Textanalyse oder die Grafikanalyse einschalten, können Sie alle Punkte des tolerierten Elements zusammen mit ihren jeweiligen Abweichungen sehen. Die ergänzenden Informationszeilen im Protokoll haben eine Spalte MESS, die nicht unbedingt in der Textanalyse erscheint, da die ergänzenden Informationen vereinfacht wurden, um die Abweichung in Bezug auf den nominalen Startpunkt anzuzeigen.

Symmetrie

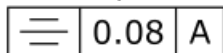
Einführung



Wenn Sie ASME Y14.5 – 2018 als F<-Standard auswählen, werden zwei bisherige Vorgehensweisen – die Verwendung von Konzentritäts- und Symmetriesymbolen – nicht mehr unterstützt. Weitere Einzelheiten finden Sie im Hauptvorwort sowie in den Abschnitten A-5.3, A-8.4, D-3 und D-4 der Norm ASME Y14.5 – 2018.

Eine Symmetriespezifikation steuert, wie stark das Element von der Symmetrie bezüglich eines oder mehrerer Bezüge abweichen kann.

0.80 +/- 0.02



Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Jedes betrachtete Element und jedes resultierende tolerierte Element
- Jede Toleranzzone
- Die Bezugselemente

Um diese Toleranz zu bewerten, konvertiert PC-DMIS jedes betrachtete Element in ein toleriertes Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

PC-DMIS optimiert dann jedes tolerierte Element in sein jeweiliges Toleranzfeld. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden:

Breiten, abhängige Mittelebenen, abhängige Mittellinien und abhängige Mittelpunkte

PC-DMIS konstruiert das tolerierte Element unterschiedlich, je nach dem von Ihnen verwendeten Standard (ASME Y14.5 oder ISO 1101).

ISO 1101 (oder mit einem abhängigen Mittelelement oder einer 1D-Breite):

PC-DMIS konstruiert das tolerierte Element auf die gleiche Weise wie positionstolerierte Elemente.



ASME Y14.5 mit einer 2D- oder 3D-Breite:

PC-DMIS bietet die Möglichkeit, zwischen MITTLERE_PUNKTE oder ACHSE zu wechseln:

ACHSE - Die Software konstruiert das tolerierte Element als Achse (Mittelebene) der unabhängige Materialumhüllungsgröße (dies entspricht den Positionstoleranzen).

MEDIANPUNKTE - Die Software konstruiert das tolerierte Element aus allen Medianpunkten des Elements. Sie tut dies gemäß Abschnitt 7.7.2 von ASME Y14.5 2009.

Zulässige Modifikatoren

Wenn es sich bei dem betrachteten Element um eine Breite mit Bezug auf ISO 1101 handelt, erlauben Positionstoleranzen einem Maximum-Materialmodifikator  anzugeben, dass die Spezifikation bei der maximalen Materialbedingung (MMC) liegt. Alternativ erlaubt sie einem Geringstes-Material-Modifikator  anzugeben, dass sich die Spezifikation in der geringsten Materialbedingung (LMC) befindet. Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht, zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Weitere Informationen zu dieser Bonustoleranz finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem Befehl Geometrische Toleranz".



Toleranzen gemäß ISO 1101 ermöglichen zusätzliche Modifikatoren für die zugehörige tolerierte Element-Spezifikation \textcircled{C} und \textcircled{G} für Nicht-Größenelemente. Für Größenelemente stehen die Modifikatoren \textcircled{C} , \textcircled{G} , \textcircled{N} und \textcircled{X} zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Formen der Toleranzzonen

Die Form der Toleranzzone ist immer planar. Sie ist parallel zur Nennfläche bzw. zu den Nennflächen ausgerichtet.

Istwert und Messwert

Istwert:

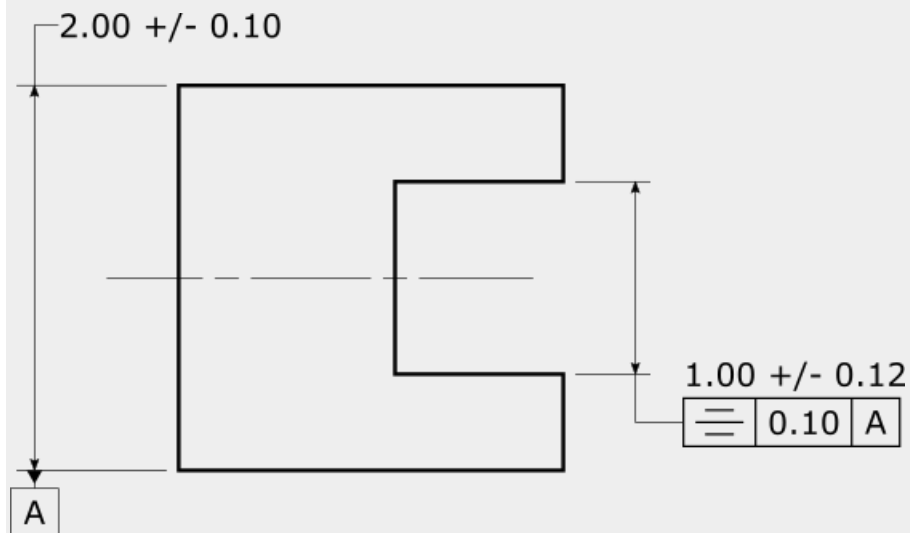
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das tatsächlich tolerierte Element enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich in Bezug auf jeden tatsächlichen Bezug.

Messwert:

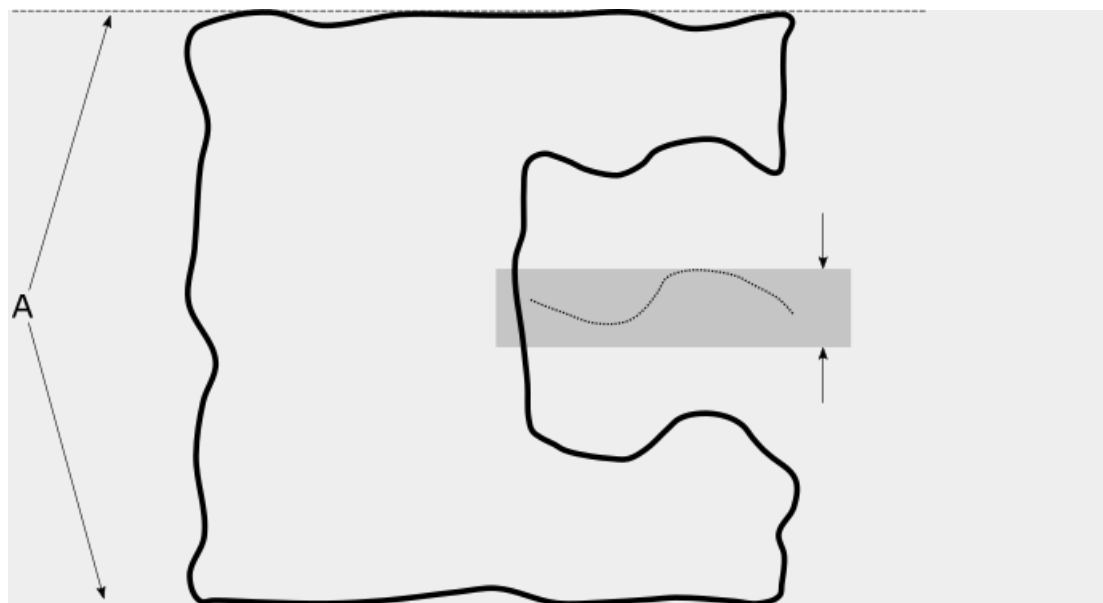
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das gemessene tolerierte Element enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich zu jedem gemessenen Bezug.



Angenommen, Sie haben diese Symmetriespezifikation:

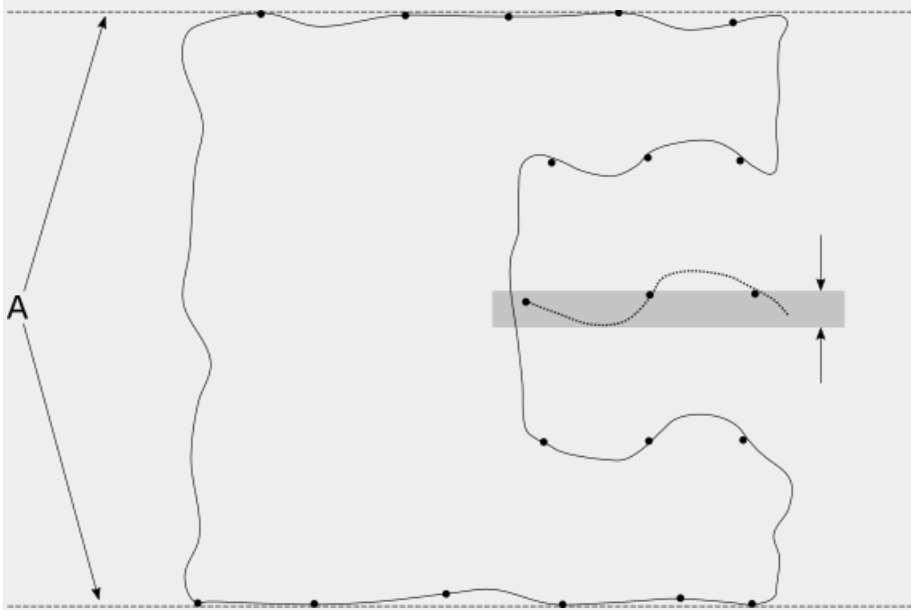


Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



Die tatsächliche Werkstückoberfläche verwendet die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezugspunkt verwendet die gestrichelte Linie, das tolerierte Element verwendet die gepunktete Linie, und die kleinste Toleranzzone, der das tatsächliche tolerierte Element enthält, wird im schattierten Bereich angezeigt. Das Toleranzfeld ist genau symmetrisch zur Mittelebene des tatsächlichen Bezüge.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung **STANDARD**) wie folgt aus:



Das gemessene Toleranzfeld ist genau symmetrisch zur Mittelebene des gemessenen Bezüge. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Gültigkeitsregeln

Alle Eingabe-Elemente (betrachtet und Bezug) müssen die korrekten angegebenen Nennwerte haben. Dadurch wird sichergestellt, dass die Messwerte korrekt berechnet werden und dass der Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Die betrachtete(n) Elementfläche(n) muss (müssen) nominell symmetrisch zum Bezugsrahmen sein.

Dargestellte Optionen

Symmetrietoleranzen haben einen Elementberechnungstyp, wenn das betrachtete Element eine Breite ist.

Dieser Berechnungstyp steuert, wie das tolerierte Element aus den Flächendaten des betrachteten Elements berechnet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der


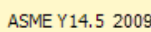
Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Vergleich zu früherer Praxis

Viele Jahre lang konnten Sie mit PC-DMIS Symmetrietoleranzen Ebenenpaare, Linienpaare, Punktpaare oder Mengenpaare eingeben. Ursprünglich lag dies daran, dass PC-DMIS keinen Breitenbefehl hatte. Ab PC-DMIS 2020 R2 sind diese Art von betrachteten Elementpaaren nicht mehr erlaubt. Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Messwert, und das bedeutet, dass ein Symmetriebefehl am besten mit einem Breitenbefehl verwendet werden kann.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Symmetrietoleranz einer Mittellinie.

FCFSYM1		MM	 0.5 A B			AXIS	LSQ	ASME Y14.5 2009
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
LINE3	0.000000	0.500000	0.000000	0.007845	0.007845	0.000000		

Konzentritizität

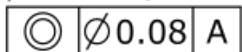
Einführung



Wenn Sie ASME Y14.5 – 2018 als F<-Standard auswählen, werden zwei bisherige Vorgehensweisen – die Verwendung von Konzentritizitäts- und Symmetriesymbolen – nicht mehr unterstützt. Weitere Einzelheiten finden Sie im Hauptvorwort sowie in den Abschnitten A-5.3, A-8.4, D-3 und D-4 der Norm ASME Y14.5 – 2018.

Eine Konzentritizitätsspezifikation steuert, wie stark das Element von der Konzentritizität zu einem oder mehreren Bezüge abweichen kann.

$\varnothing 0.80 \pm 0.02$



Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Jedes betrachtete Element und jedes resultierende tolerierte Element
- Jede Toleranzzone
- Die Bezugselemente

Um diese Toleranz zu bewerten, konvertiert PC-DMIS jedes betrachtete Element in ein toleriertes Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

PC-DMIS optimiert dann jedes tolerierte Element in sein jeweiliges Toleranzfeld. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden:

3D-konstruierte BF-Linien, Schwerpunktlinien, allgemeine Linien, Zylinder, Kreise, Kugeln und Kegel

PC-DMIS konstruiert das tolerierte Element auf der Grundlage des von Ihnen verwendeten Standards (ASME Y14.5 oder ISO 1101).

ISO 1101 (oder mit einem Element, das keine Oberflächendaten besitzt):

PC-DMIS konstruiert das tolerierte Element auf die gleiche Weise wie Positionstoleranzen.



ASME Y14.5 mit Zylindern, Kreisen, Kugeln und Kegeln mit Oberflächendaten:

PC-DMIS bietet die Möglichkeit, zwischen MITTLERE_PUNKTE oder ACHSE zu wechseln:

ACHSE - Die Software konstruiert das tolerierte Element als Achse der unabhängige Materialumhüllungsgröße (dies entspricht den Positionstoleranzen).







MITTLERE_PUNKTE - Die Software konstruiert das tolerierte Element aus allen Mittleren Punkten des Elements. Sie tut dies gemäß Abschnitt 7.6.4.2.2.2 von ASME Y14.5 2009.

Zulässige Modifikatoren

Wenn es sich bei dem betrachteten Merkmal um einen Zylinder, Kreis oder eine Kugel handelt, erlauben die Konzentritätstoleranzen, die sich auf ISO 1101 beziehen, einen Maximalen Materialmodifikator , um anzuzeigen, dass sich die Spezifikation im maximalen Materialzustand (MMC) befindet. Alternativ erlaubt sie einem Geringstes-Material-Modifikator  anzugeben, dass sich die Spezifikation in der geringsten Materialbedingung (LMC) befindet. Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht,

zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Weitere Informationen zu dieser Bonustoleranz finden Sie unter "Bewerten der Größe mit dem Befehl Geometrische Toleranz".



Toleranzen gemäß ISO 1101 ermöglichen zusätzliche Modifikatoren für die zugehörige tolerierte Element-Spezifikation  und  für Nicht-Größenelemente. Für Größenelemente stehen die Modifikatoren , ,  und  zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie unter dem Thema "Ableiten des tolerierten Elements" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Formen der Toleranzzonen

Bei ISO ist die Form der Toleranzzone immer diametral. Sie ist parallel zur Bezugsachse ausgerichtet.

Bei ASME sind die Toleranzformen normalerweise diametrisch, aber Kugelfunktionen können eine sphärische oder eine diametrische Zone haben.

Istwert und Messwert

Es gibt einen Sonderfall zu berücksichtigen. Wenn Sie eine Kugel-Zonen-Konzentrität von zwei oder mehr Kugeln haben (also ASME-Konzentrität), geht aus der Norm nicht klar hervor, ob die Kugeln gleichzeitig oder unabhängig voneinander betrachtet werden sollen. Der geometrische Toleranzbefehl von PC-DMIS berücksichtigt sie gleichzeitig, da dies die konservativere Wahl ist.

Istwert:

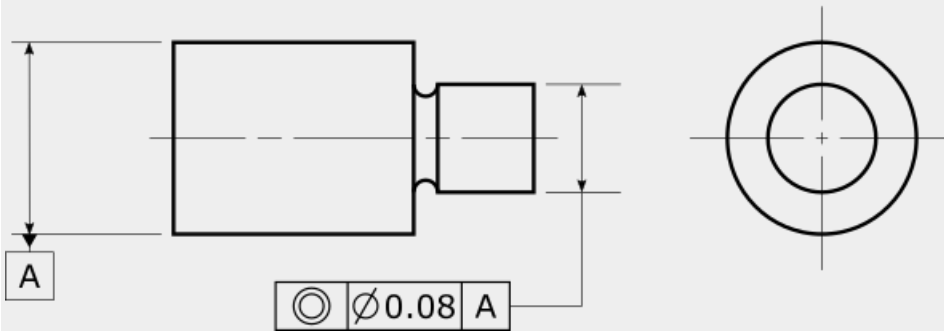
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das tatsächlich tolerierte Element enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich in Bezug auf jeden tatsächlichen Bezug.

Messwert:

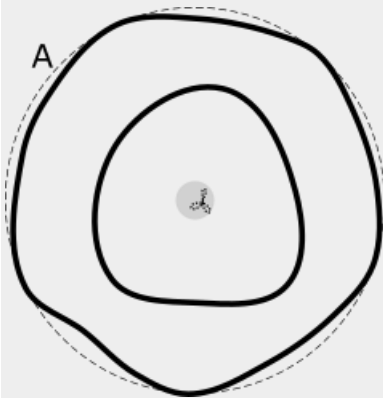
Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der das gemessene tolerierte Element enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich zu jedem gemessenen Bezug.



Angenommen, Sie haben diese Konzentritätsangabe:

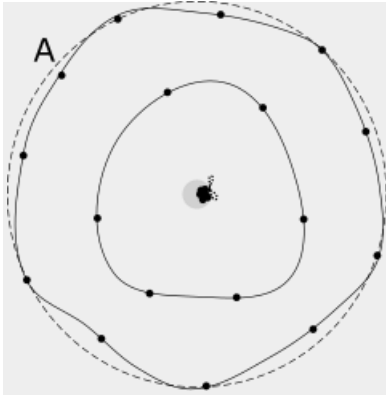


Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



Die tatsächliche Werkstückoberfläche verwendet die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezugspunkt verwendet die gestrichelte Linie, das tolerierte Element verwendet die gepunktete Linie, und die kleinste Toleranzzone, der das tatsächliche tolerierte Element enthält, wird im schattierten Bereich angezeigt. Die Toleranzzone ist genau konzentrisch zur Achse des tatsächlichen Bezugspunkts.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung **STANDARD**) wie folgt aus:



Das gemessene Toleranzzone ist genau konzentrisch zur Achse des gemessenen Bezugspunkts. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Gültigkeitsregeln

Alle Eingabe-Elemente (betrachtet und Bezug) müssen die korrekten angegebenen Nennwerte haben. Dadurch wird sichergestellt, dass die Messwerte korrekt berechnet werden und dass der Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Der Bezugsreferenz muss axial sein, und die betrachtete(n) Elementoberfläche(n) muss (müssen) nominell konzentrisch mit der Bezugsachse sein.

Dargestellte Optionen




Konzentrizitätstoleranzen haben einen Elementberechnungstyp, wenn das betrachtete Element Oberflächendaten besitzt.

Dieser Berechnungstyp steuert, wie das tolerierte Element aus den Flächendaten des betrachteten Elements berechnet werden soll. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Protokoll

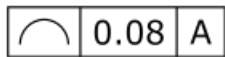
Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Konzentrizitätstoleranz eines Zylinders. Die Größentoleranz des Zylinders befindet sich im oberen Etikett und die Konzentrizität im unteren Etikett.

FCFCONCEN1 Size	IN	\varnothing 0.8 +0.02/-0.02				LSQ	ASME Y14.5 2009
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2	0.8000	0.0200	-0.0200	0.8027	0.0027	0.0000	
FCFCONCEN1	IN	 \varnothing 0.08 A				LSQ	ASME Y14.5 2009
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2	0.0000	0.0800	0.0000	0.0357	0.0357	0.0000	

Profil einer Linie

Einführung

Eine Profil einer Linien-Spezifikation steuert, wie stark die Querschnitte der Oberflächen von Elementen von den Nennformen abweichen können. Diese Querschnitte sind in Bezug auf null oder mehr Bezüge angeordnet und orientiert.



Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Die Flächendaten jedes betrachteten Elements
- Die Nennform jedes betrachteten Elements und jedes resultierende Toleranzfeld
- Die Bezugselemente (wenn auf welche Bezug genommen wird)

Um diese Toleranz zu bewerten, optimiert PC-DMIS die Flächendaten jedes Elements in seinen jeweiligen Toleranzbereich. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt. Bei mehreren betrachteten Elementen berücksichtigt der Optimierungsprozess diese Elemente gleichzeitig. Auf diese Weise passt er alle tolerierten Elemente gleichzeitig in ihre Toleranzzonen ein.

Empfohlene Verwendung

Spezifikationen für Profil einer Linie gelten für Flächen. Das bedeutet, dass jeder Querschnitt der Fläche einen Istwert aufweisen muss, der kleiner als die vorgegebene Toleranz ist. Jeder Querschnitt sollte getrennt von den anderen betrachtet werden (und nicht gleichzeitig).

Für jede Fläche, die ein Profil mit einer Linienspezifikation hat, empfehlen wir, mehrere Querschnitte zu messen:

- Es müssen genügend Querschnitte vorhanden sein, um das Verhalten der gesamten Fläche adäquat zu erfassen.
- Platzieren Sie jeden Querschnitt in einem separaten geometrischen Toleranzbefehl, so dass die Querschnitte separat betrachtet und optimiert

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

werden. (Wenn Sie die Querschnitte in nur einen geometrischen Toleranzbefehl eingeben, werden sie gleichzeitig berücksichtigt, und Ihre Messwerte werden zu groß sein).

Bezüglich des Simultanen Toleranzbefehls

Streng genommen ist es nicht sinnvoll, ein Profil einer Linienspezifikation in einen gleichzeitigen Toleranzbefehl aufzunehmen. Wenn Sie dies tun, ändert sich das Verhalten des Profils einer Linienspezifikation. Anstatt jeden Querschnitt einzeln zu betrachten, werden alle Querschnitte gleichzeitig berücksichtigt. Dies ist gleichbedeutend mit dem Profil einer Fläche. PC-DMIS erlaubt es jedoch, dass Spezifikationen für Profil einer Linie, die mindestens einen Bezugspunkt haben, an einem gleichzeitigen Toleranzbefehl teilnehmen. In diesem Fall zeigt PC-DMIS eine Warnmeldung an, um darauf hinzuweisen, dass sich das Verhalten geändert hat und nun dem Profil einer Fläche entspricht.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen zur Darstellung von Flächenquerschnitten verwenden, wenn sie über Flächendaten verfügen:

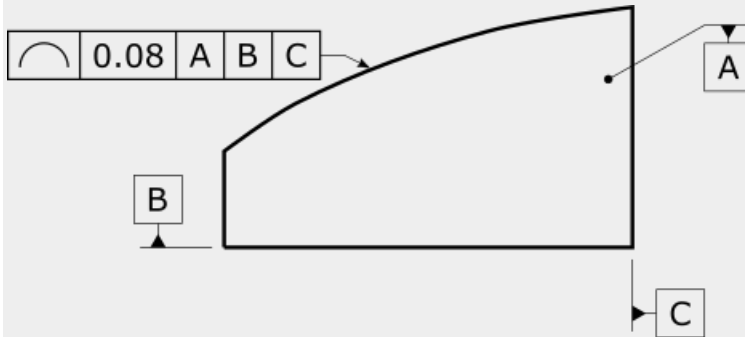
Linien, Kreise, 2D- und 1D-Breiten, Scans, Ellipsen, Kerben, Schlitze und Sätze.

Toleranzbereiche und erlaubte Modifikatoren

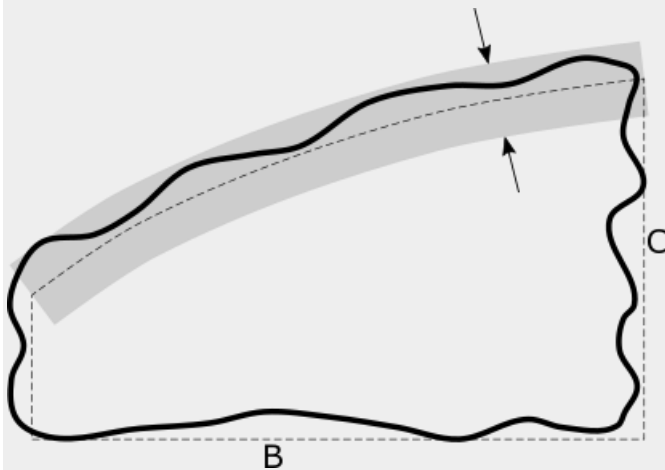
Der Toleranzbereich basiert auf der Nennfläche des Elements. Standardmäßig (ohne irgendwelche Modifikatoren) ist der Toleranzbereich gleich bilateral. Das bedeutet, dass sich die Hälfte des Toleranzwertes auf jeder Seite der Nennfläche befindet:



Angenommen, Sie haben dieses Profil einer Linie-Spezifikation:

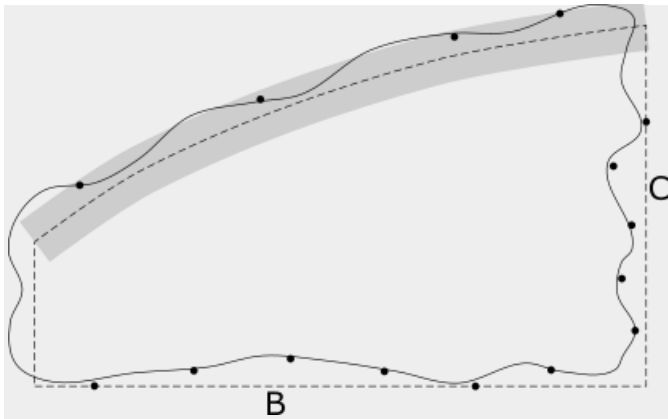


Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



Da es keine Modifikatoren gibt, ist der Toleranzbereich auf die Nominalfläche zentriert, die nominell orientiert ist und sich auf jeden tatsächlichen Bezug bezieht. Die durchgezogene Linie zeigt die tatsächliche Fläche an, die gestrichelten Linien stellen die Sollflächen (einschließlich der tatsächlichen Bezüge) dar, und der grau schattierte Bereich stellt den Toleranzbereich minimaler Größe dar, das auf der Sollfläche zentriert ist, die die tatsächliche Fläche enthält.

Der Messwert (in Bezugsberechnung **STANDARD**) sieht wie folgt aus:



Das Zentrum des gemessenen Toleranzbereichs bleibt die Nennfläche, die nominell orientiert ist und sich zu jedem gemessenen Bezüge befindet. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Modifikatoren können die Beschaffenheit des Toleranzbereiches verändern. Ab ASME Y14.5 2009 unterstützt PC-DMIS den \textcircled{U} Modifikator (ungleich verteiltes Profil), und ab ASME Y14.5 2018 den \triangle Modifikator (dynamisches Profil). Unter ISO 1101 unterstützt PC-DMIS den UZ-Modifikator (spezifizierter Toleranzbereichsversatz) und den OZ-Modifikator (nicht spezifizierter linearer Toleranzbereichsversatz). Obwohl sie nicht gleichwertig sind, haben die Modifikatoren \textcircled{U} und UZ eine ähnliche Funktionalität. Sie versetzen die Mitte des Toleranzbereichs von der Nennfläche. Ebenso haben die Modifikatoren \triangle und OZ eine ähnliche Funktionalität. Sie ermöglichen es, dass die Mitte des Toleranzbereichs in Plus-Material- oder Minus-Material-Richtung verläuft. Diese Modifikatoren waren in ASME Y14.5 1994 noch nicht enthalten, doch wurde dort bereits das Konzept einer ungleichmäßig verteilten Toleranzzone unterstützt. Dies wurde in der Regel auf dem Druckblatt grafisch durch gepunktete Linien dargestellt, die den Toleranzbereich innerhalb und außerhalb des Materials anzeigen. Wenn Sie also ASME Y14.5 1994 als F<-Standard für Ihre PC-DMIS-Messroutine auswählen, müssen Sie bei der Erstellung des Toleranzrahmens sowohl die obere als auch die untere Toleranz eingeben. PC-DMIS gibt dann die maximalen und minimalen Abweichungen an, die mit den entsprechenden oberen und unteren Toleranzwerten verglichen werden, um die Konformität zu beurteilen.



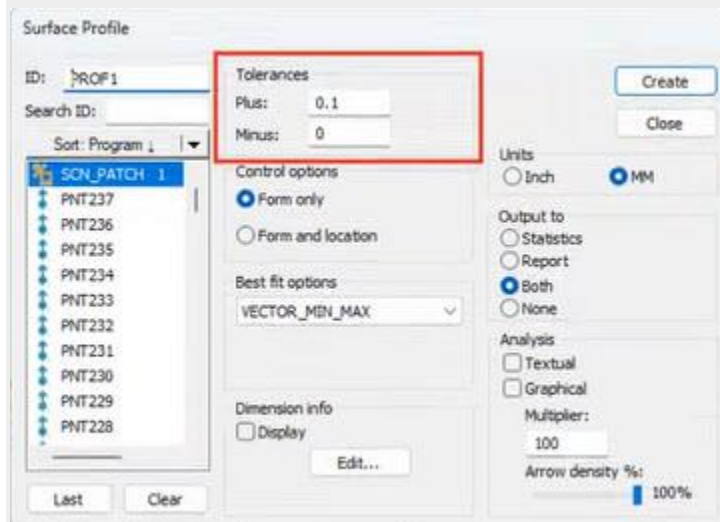
Das alte Profil enthält eine Option "Nur Form", bei der nur eine einzige positive Toleranz eingegeben werden kann. Um dasselbe Verhalten mit einem Befehl für ein geometrisches Toleranzprofil nach ASME Y14.5 1994 zu erzielen, müssen Sie die zulässige Gesamttoleranz halbieren und als gleiche Werte auf beiden Seiten eingeben.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die Unterschiede zwischen dem Befehl für das alte Flächenprofil und dem geometrischen Toleranzprofil einer Fläche. Auch wenn sich die Beispiele auf das Flächenprofil beziehen, gelten für das Linienprofil dieselben Regeln.

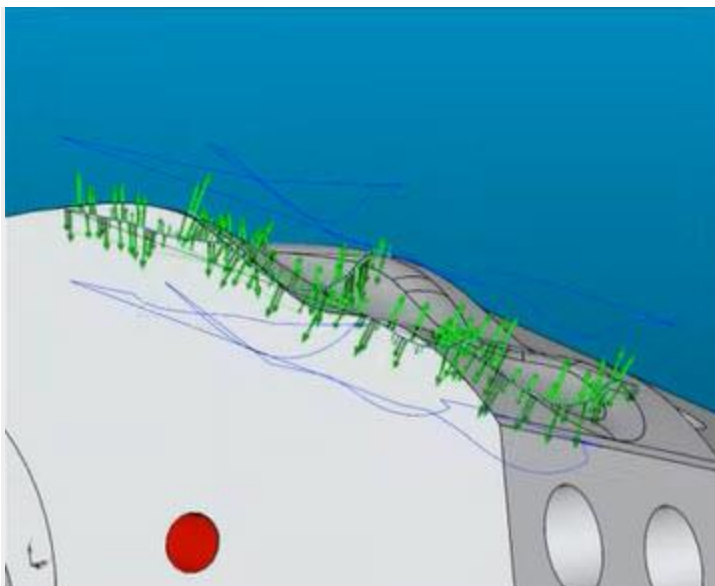
Klicken Sie auf den folgenden Link, um Beispiele für die Definition, das Ergebnis und den Bericht eines alten Flächenprofils anzuzeigen:

Altes Flächenprofil, Nur Form - Beispiel

Das folgende Beispiel zeigt ein Dialogfeld Flächenprofil mit einer reinen Formdefinition:



Beispiel für ein altes Dialogfeld Flächenprofil, das nur für die Form definiert ist und eine obere Toleranz von 0,1 sowie eine untere Toleranz von 0 aufweist.



Beispiel für die Ergebnisse nach Ausführung des alten Befehls.

		PROF1 - SCN_PATCH FORMONLY VECTOR_MIN_MAX					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
M	0.000000	0.100000	0.000000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000

Beispiel dafür, wie die alte Version des Berichts aussehen könnte.

Klicken Sie auf die folgenden Links, um korrekte und falsche Beispiele für die Definitionen, Ergebnisse und Berichte eines geometrischen Toleranzprofils einer Fläche anzuzeigen:

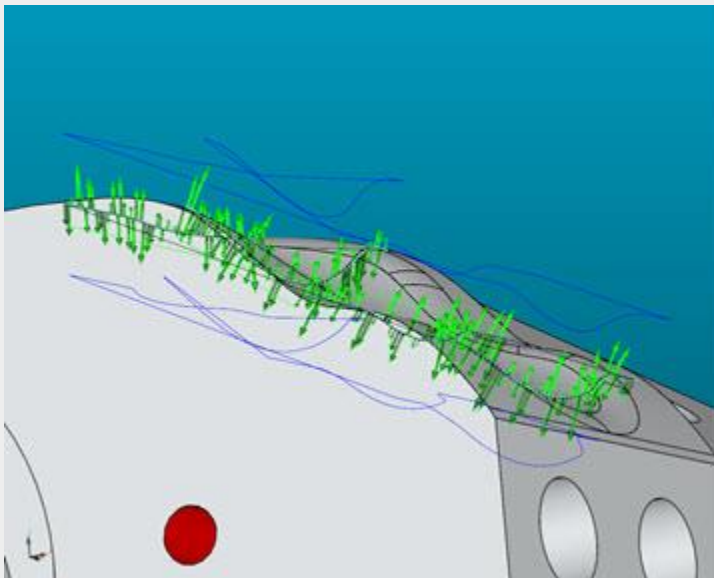
ASME Y14.5 - 1994 Geometrische Toleranzprofile einer Fläche Richtig Definiertes Beispiel




In diesem Beispiel verwendet das geometrische Toleranzprofil einer Fläche einen äquivalenten oberen und unteren Toleranzwert von $\pm 0,05$:



Beispiel für ein korrekt definiertes Dialogfeld Geometrische Toleranz für ein Profil einer Fläche gemäß der Norm ASME Y14.5 – 1994.



Beispiel für die Ergebnisse nach Ausführung des Befehls Geometrische Toleranz (korrekt definiert).

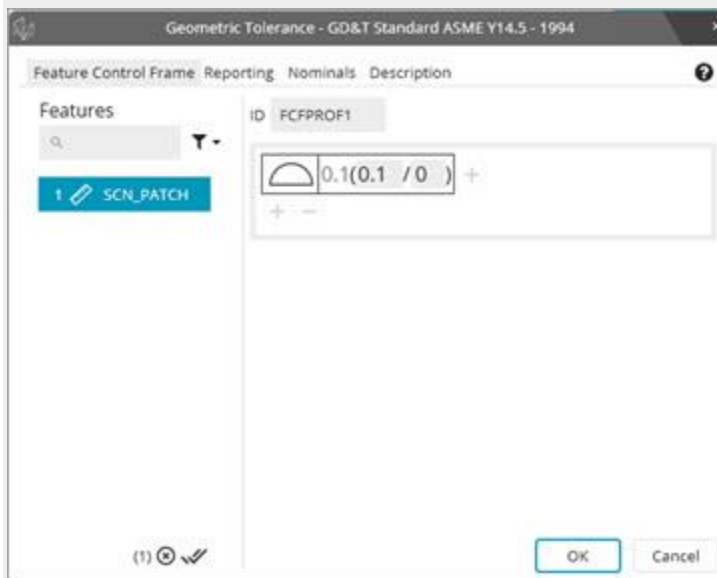
FCFPROF1	MM	 0.1	DEFAULT			ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.050000	0.050000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000

Beispiel dafür, wie die Version des Berichts mit geometrischen Toleranzen bei einem korrekt definierten Befehl aussehen könnte.

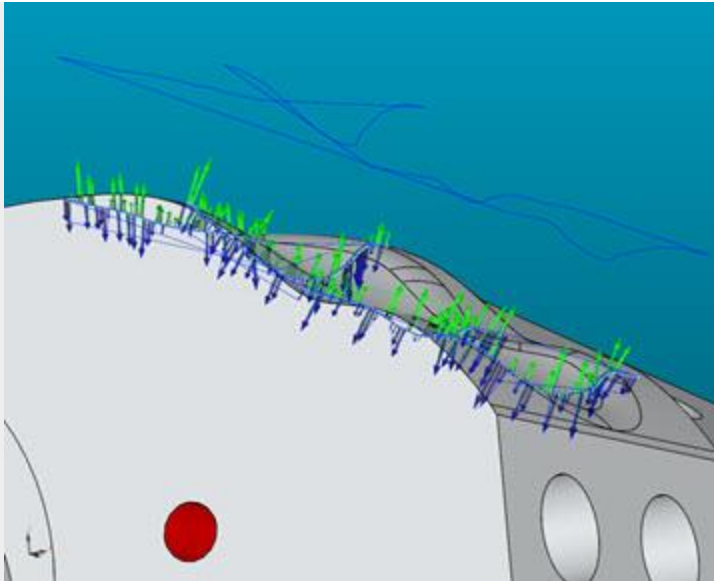
ASME Y14.5 - 1994 Geometrische Toleranzprofile einer Fläche Falsch Definiertes Beispiel



In diesem Beispiel wird im geometrischen Toleranzprofil einer Fläche fälschlicherweise ein einziger oberer Toleranzwert von 0,1 verwendet. Dies führt zu einem ungleichmäßigen Toleranzbereich, wodurch alle negativen Abweichungen außerhalb der Toleranz liegen.



Beispiel für ein nicht korrekt definiertes Dialogfeld Geometrische Toleranz für ein Profil einer Fläche gemäß der Norm ASME Y14.5 – 1994.



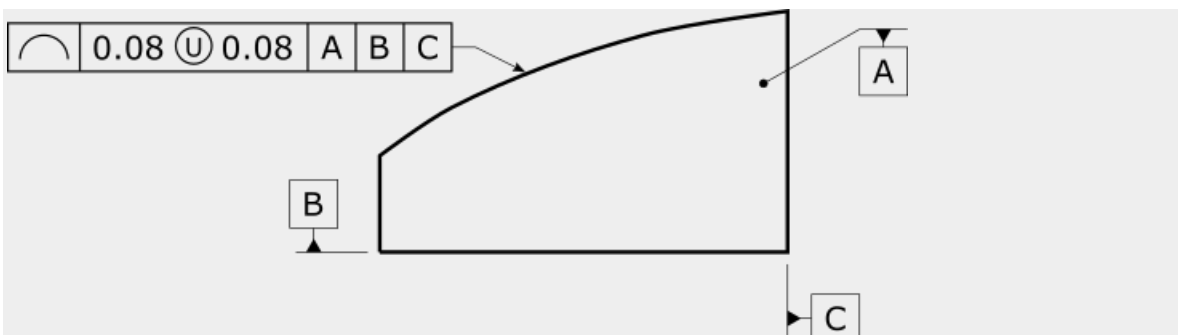
Beispiel für die Ergebnisse nach Ausführung des Befehls Geometrische Toleranz (nicht korrekt definiert).

FCFPROF1		MM	0.1		DEFAULT	ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.100000	0.000000	0.086446	0.036446	-0.036446	0.000000

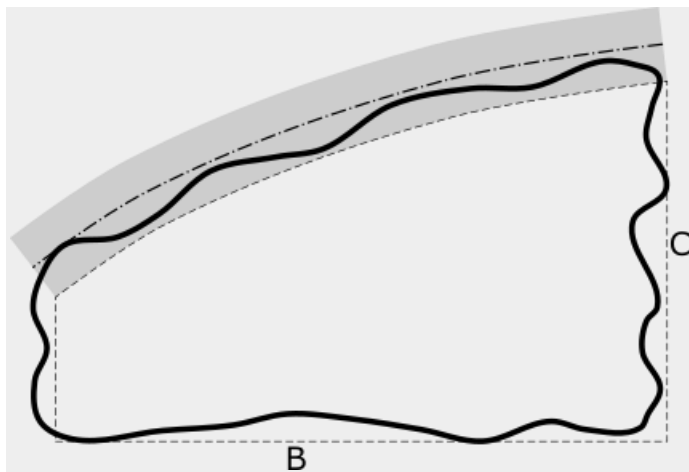
Beispiel dafür, wie die Version des Berichts mit geometrischen Toleranzen bei einem nicht korrekt definierten Befehl aussehen könnte.



Angenommen, Sie haben die unten gezeigte \textcircled{U} Modifikatorspezifikation. Die äquivalente ISO-Spezifikation wäre 0,08 UZ+0,04.

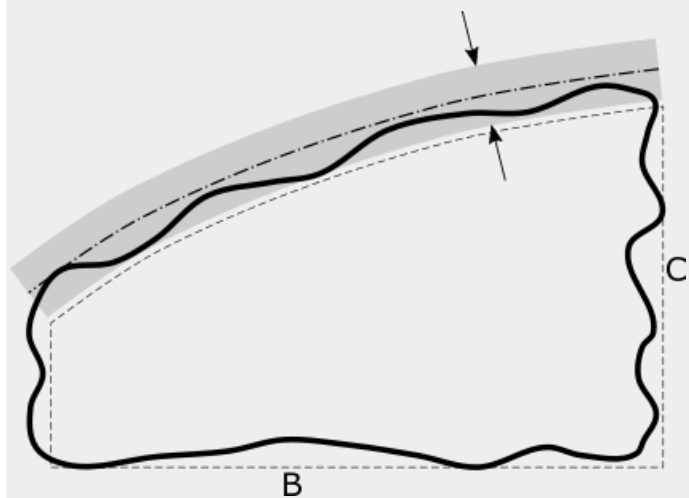


Mit der obigen Spezifikation sieht der angegebene Toleranzbereich wie folgt aus:



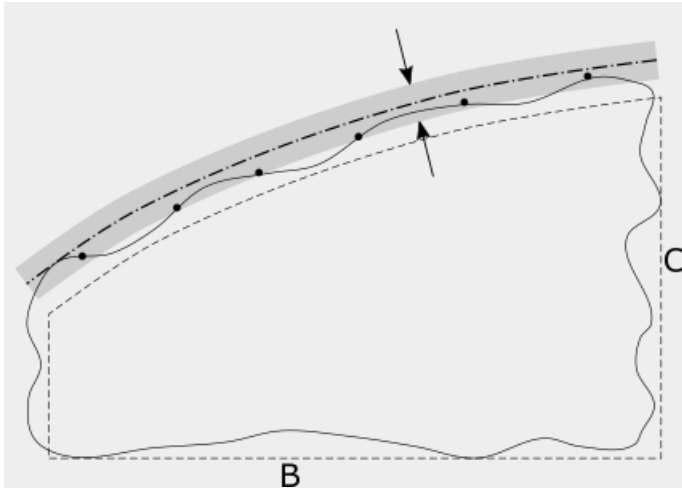
Da es sich hierbei um den vorgegebenen Toleranzbereich handelt, wird die Toleranzzone nicht minimiert und stellt somit nicht den Istwert dar. Die Mitte des Toleranzbereichs ist von der Nennfläche versetzt und wird in der gestrichelt gepunkteten Linie dargestellt.

Der Istwert sieht wie folgt aus:



Die Mitte des Toleranzbereichs bleibt gleich (in diesem Fall um 0,04 vom Nennwert versetzt), aber der Bereich wird so lange minimiert, bis sie nur noch die tatsächliche Fläche enthält.

Der Messwert (in Bezugsberechnung **STANDARD**) sieht wie folgt aus:




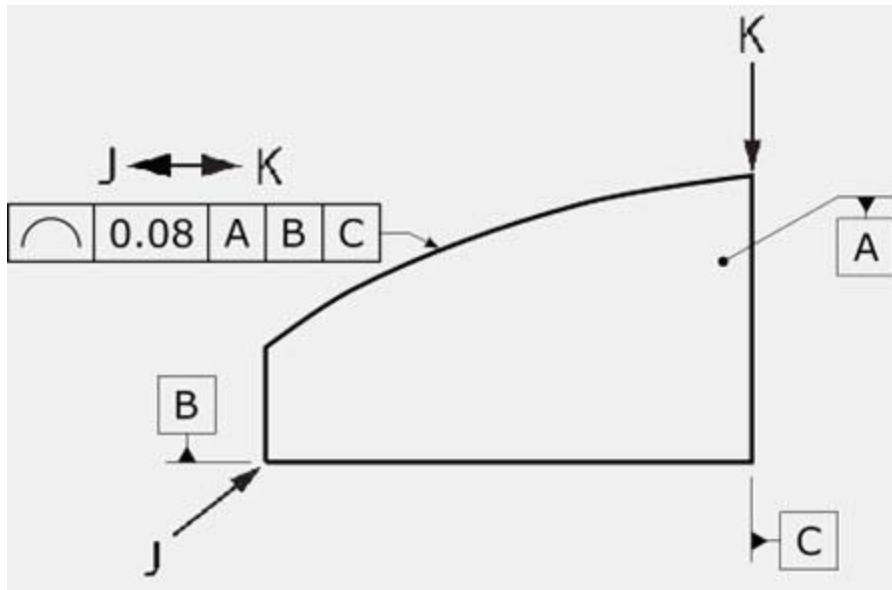
Der Mittelpunkt der Toleranzzone bleibt gleich (in diesem Fall 0,04 vom Nennwert entfernt), aber die Zone wird um diesen Mittelpunkt herum minimiert, bis sie nur noch die gemessenen Oberflächenpunkte enthält. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Vielleicht hilft es Ihnen, sich daran zu erinnern, dass der Messwert dem doppelten absoluten Wert der größten Abweichung entspricht, gemessen von der Mitte der Toleranzzone.


Profil Dazwischen und Profil Rundum

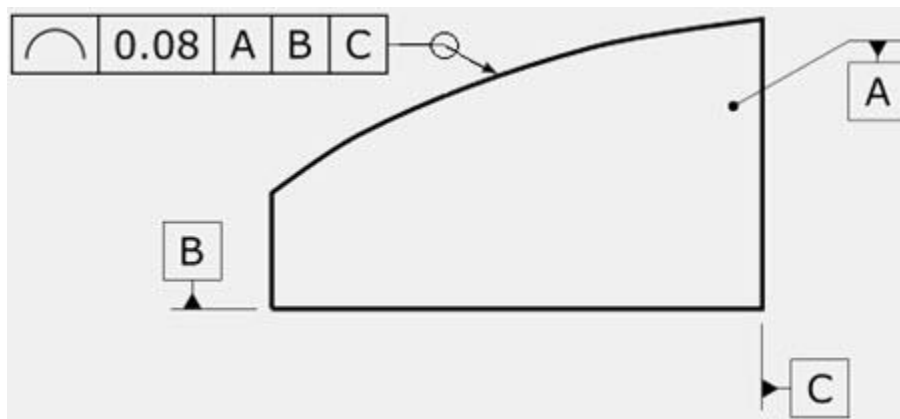
Profil Dazwischen

Das Symbol **Dazwischen**  wird zwischen zwei Großbuchstaben verwendet, um den Umfang der tolerierten Fläche zu kennzeichnen. Die Fläche besteht aus allen Punkten auf der Oberfläche, beginnend mit der durch den ersten Buchstaben bezeichneten Fläche (Anfang) und endend mit der durch den zweiten Buchstaben bezeichneten Fläche (Ende). Dazu gehören auch alle Segmente und Flächen zwischen diesen mit Buchstaben bezeichneten Flächen, wie unten dargestellt.





Profil Rundum

Das Rundum-Profil wird auf die Umrisse der Querschnitte eines Werkstücks oder auf alle durch eine geschlossene Umrisslinie dargestellten Elemente angewendet. Sie wird durch das Kreis-Symbol **Rundum**  angezeigt, das auf dem Schnittpunkt der Führungslinie und der Bezugslinie des Toleranzindikators platziert ist, wie unten dargestellt.



Übersicht

Es gibt keine Möglichkeit, ein Symbol **Dazwischen**  oder ein Symbol **Rundum**  im Toleranzrahmen-Editor des Geometrischen Toleranzbefehls auszuwählen, da sie nicht Teil des Toleranzrahmens sind. Um den Geometrischen Toleranzbefehl zur Auswertung des Profils "Dazwischen" oder des Profils "Rundum" zu verwenden, müssen Sie stattdessen selbst die richtige Messstrategie anwenden. Dazu müssen Sie mehrere Querschnitte messen, die sich unter Umständen über mehrere Flächen erstrecken müssen. Am einfachsten

geht das mit dem Befehl Linearer offener Scan für Profil Dazwischen oder dem Befehl Linearer geschlossener Scan für Profil Rundum.

Ein anderer Ansatz besteht darin, mehrere Scans oder eine Reihe von Auto-Vektor-Punkten zu erstellen und sie zu einem abhängigen Elementset zu kombinieren.

- Für Profil Dazwischen würde jeder lineare offene Scan oder abhängiges Elementset einen einzelnen Querschnitt darstellen, der von dem durch den Anfangsbuchstaben angegebenen Punkt bis zu dem durch den Endbuchstaben angegebenen Punkt verläuft.
- Für Profil Rundum würde jeder lineare geschlossene Scan oder abhängiges Elementset einen einzelnen Querschnitt darstellen, der rund um das Werkstück oder die geschlossene Kontur verläuft.

Sie sollten jeden Querschnitt mit einem separaten Profil eines Linienbefehls bewerten und Ihre Konformitätsentscheidung auf den schlechtesten Wert aller Querschnitte stützen.

Istwert und Messwert

Profiltoleranzzonen haben einen definierten Mittelpunkt. Sie verfügen auch über einen Mechanismus zum Wachsen und Schrumpfen der Zone um dieses Zentrum, bis sie gerade die tatsächliche Fläche umhüllt.

Istwert:

Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Istwert. Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der die tatsächliche Fläche enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich in Bezug auf jeden tatsächlichen Bezug, mit einigen Ausnahmen, die in "Wie PC-DMIS Bezüge löst" beschrieben sind.

Wenn Sie mehr als ein betrachtetes Element haben und der Bezugsrahmen für den Bezug nicht vollständig eingeschränkt ist, muss das Optimierungsverfahren nach Möglichkeit alle Flächen der Elemente gleichzeitig in ihre jeweiligen Toleranzbereiche einpassen.

Messwert:

Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Messwert. Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der die gemessenen Flächenpunkte enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich zu jedem gemessenen Bezug, mit einigen Ausnahmen, die in "Wie PC-DMIS Bezüge löst" beschrieben sind.

Wenn Sie mehr als ein betrachtetes Element haben und der Bezugsrahmen nicht vollständig eingeschränkt ist, passt die PC-DMIS-Optimierungsvorgang gleichzeitig die Flächenpunkte aller Elemente in ihre jeweiligen Toleranzbereiche

ein. Dies geschieht auf proportionale Weise. Dies garantiert, dass alle tolerierten Elemente in ihre jeweiligen Toleranzzonen passen, wenn dies möglich ist.



ASME Y14.5 2009 und ASME Y14.5 2018 stützen sich auf den Berechnungsstandard ASME Y14.5.1 2019, der den tatsächlichen Wert einer Profiltoleranz als einen einzigen Messwert definiert, der dem Doppelten der größten Abweichung vom Nennwert entspricht. ASME Y14.5 1994 stützt sich auf den Berechnungsstandard ASME Y14.5.1M-1994, der den tatsächlichen Wert einer Profiltoleranz als die minimale und maximale Abweichung vom Nennwert definiert. Die Profilmessung ist definiert als die größte Abweichung vom Nennwert auf jeder Seite, sowohl in das Material hinein als auch aus dem Material heraus. Das bedeutet, dass Sie, wenn Sie ASME Y14.5 1994 als F<-Standard auswählen, nicht mehr nur einen einzigen Messwert erhalten, sondern stattdessen den Minimal- und den Maximalwert. Der einzige wirkliche Unterschied besteht in der Art und Weise, wie die Informationen dargestellt werden; Toleranzgrenzen und Konformität bleiben davon unberührt. Für weitere Informationen laden Sie das Dokument "ProfileReporting_Handout_V2" aus der PC-DMIS-Wissensdatenbank herunter.

Gültigkeitsregeln

Alle Eingabe-Elemente (betrachtet und Bezug) müssen die korrekten angegebenen Nennwerte und Formen haben. Dadurch wird sichergestellt, dass PC-DMIS die Messwerte korrekt berechnet, und der Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Dargestellte Optionen

Mehrere Arten von Elementen stellen eine Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN dar. Bei diesen Elementen handelt es sich um Punkte, Scans, Ellipsen, Kerben, Schlitze und Sätze (mit Ausnahme der automatischen 2D-Profil-Vision-Elementen und Kantenpunkt-Elementen), wenn ein CAD-Modell verfügbar ist. Wenn verfügbar, setzt PC-DMIS die Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN standardmäßig auf JA. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Mitte des Toleranzbereichs die CAD-Modellfläche ist. Wenn die Option nicht verfügbar ist oder wenn NEIN ausgewählt wird, erzeugen diese Elementtypen für jeden gemessenen Punkt einen separaten planaren Toleranzbereich. Die Zone wird durch den theoretischen Punkt und den mit diesem gemessenen Punkt verbundenen Vektor definiert. Dies wird als die "stückweise planare" Annäherung bezeichnet, die unter vielen Umständen ausgezeichnet ist. In diesen Fällen ist sie schlecht:

- Wenn die Ausrichtung, die zum Auffinden von Nominalen verwendet wird, signifikant von dem optimierten Bezugsrahmen abweicht

- Wenn die gemessenen Daten scharfe Ecken oder Radien enthalten

Aufgrund des manchmal schlechten Verhaltens der stückweise planaren Annäherung empfehlen wir in den meisten Fällen, ein CAD-Modell zu verwenden und die Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN auf JA zu setzen. Unter bestimmten Umständen ist es sinnvoll, diesen Wert auf NEIN zu setzen, wenn die Berechnungszeit zu lang ist. Wenn Sie sie auf NEIN setzen, verbessert dies normalerweise die Berechnungsgeschwindigkeit, aber Sie sind dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die stückweise planare Annäherung eine gute Annäherung ist.

Linien, Kreise und Breiten exponieren die Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN nicht, da der geometrische Toleranzbefehl intern die Toleranzzonen exakt darstellt. Es ist nicht möglich, die stückweise planare Annäherung für diese Elementtypen zu verwenden. Im Gegensatz dazu stellen 2D-Profil-Vision-Auto-Elemente, Kantenpunkt-Elemente und Scans, die aus Kantenpunkt-Elementen und "Anpassungsfilter" konstruierte Satzelemente erstellt wurden, die Optionen WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN nicht dar, da sie immer die stückweise planare Annäherung verwenden.

Wenn keine Bezüge referenziert sind, dient die Arbeitsebenen-Option als Bezug, der die Ebene des Querschnitts definiert und die optimierbaren Freiheitsgrade festlegt. Sie kann auf ZPLUS, ZMINUS, XPLUS, XMINUS, YPLUS oder YMINUS eingestellt werden.

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen.

Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Wenn es keine Elementbezüge gibt, steuert der Berechnungstyp des Toleranzbereiches, wie die gemessenen Flächenpunkte in ihrem jeweiligen Toleranzbereich optimiert werden:

STANDARD - Dies bewirkt, dass eine Minimum-Zone am besten passt (auch Min-Max genannt). Dieser Besteinpassung findet den kleinsten Toleranzbereich, der die Flächenpunkte enthält. Somit erzeugt die Option **STANDARD** den kleinsten Messwert zur Bewertung des Profils einer Linie. Sie ist auch mathematisch der Spezifikation sehr ähnlich, denn wenn Sie Punkte dicht und mit hoher Genauigkeit messen, kommt der gemessene Wert dem tatsächlichen Wert sehr nahe.

LSQ - Das führt die Besteinpassung mit den kleinsten Quadraten durch. Sie minimiert die Summe der Quadrate der Abweichungen zur Mitte der Zone. Diese

Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller.

Untere Segmente des zusammengesetzten Profils einer Linie

Ein Profil einer Linien-Toleranz mit mehreren Segmenten wird als "zusammengesetztes Profil einer Linie" bezeichnet. Das erste (oder obere) Segment eines zusammengesetzten Profils einer Linien-Toleranz ist dasselbe wie ein einzelnes Segmentprofil einer Linie, wie oben zu Beginn dieses Themas beschrieben. Alle unteren Segmente eines zusammengesetzten Profils einer Linie sind subtil unterschiedlich. Der Grund dafür ist, dass die Toleranzbereiche im Vergleich zum Bezugsrahmen eine freigeschaltete Übersetzung aufweisen. Die Toleranzbereiche bleiben jedoch nominell lokalisiert und aufeinander ausgerichtet.

Die Bezugsrahmen der unteren Segmente eines zusammengesetzten Profils einer Linie folgen diesen Regeln:

- Jeder Bezugsrahmen darf nur die gleichen Bezüge verwenden wie der Bezugsrahmen darüber.
- Die Bezüge müssen in der gleichen Reihenfolge sein.
- Die Bezüge müssen die gleichen Modifikatoren haben.
- Ein unteres Segment kann weniger Bezüge haben als das obere Segment.



Angenommen, das obere Segment hat Bezüge ABC. Das untere Segment könnte sich dann auf keine Bezüge, Bezug A, Bezüge AB oder Bezüge ABC beziehen. Aber es könnte sich nicht auf die Bezüge BA, AC oder ABD beziehen.

Hier sind einige Beispiele für zulässige zusammengesetzte Positionstoleranzen:



4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	4X \varnothing 0.675 \pm 0.025
\varnothing 0.08 (M) A B C	\varnothing 0.08 (M) A B C
\varnothing 0.02 (M) A B C	\varnothing 0.02 (M) A B
4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	4X \varnothing 0.675 \pm 0.025
\varnothing 0.08 (M) A B C	\varnothing 0.08 (M) A B C
\varnothing 0.02 (M) A	\varnothing 0.02 (M)

Hier sind einige Beispiele für unzulässige zusammengesetzte Positionstoleranzen:

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	4X \varnothing 0.675 \pm 0.025
\varnothing 0.08 (M) A B C	\varnothing 0.08 (M) A B C
\varnothing 0.02 (M) B A	\varnothing 0.02 (M) A C
4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	
\varnothing 0.08 (M) A B C	
\varnothing 0.02 (M) A B D	

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für ein Profil einer Linien-Toleranz eines Kreises.

FCFPROF3		MM	 0.2			LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL	
CIR1	0.000	0.200	0.754	-0.161	-0.377	0.554	

Toleranzen für das Profil einer Linie pro Einheit

Wenn das Profil einer Linien-Toleranz keine Bezüge hat, wird ein Kontrollkästchen **pro Einheit** sichtbar. Wenn Sie dieses Kontrollkästchen markieren, hat das Profil

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

einer Linie zwei Segmente. Das erste (obere) Segment ist das Gesamtprofil einer Linie, wie oben beschrieben. Das untere Segment ist das Pro-Einheit-Profil einer Linie, das eine Einheitslänge definiert. Die Toleranzen pro Einheit steuern die Form jeder möglichen Einheit des tolerierten Elements.

Konzeptionell ist der gesamte Flächenquerschnitt in eine unendliche Anzahl sich überlappender Einheitslängen unterteilt.

Istwert:



Jede der unendlichen Einheiten hat ihren eigenen Istwert. Für das gesamte Element ist dies der Istwert der schlechtesten Einheit.



Gemessene Werte:

Eine sehr große Anzahl von sich überlappenden Einheiten enthält Untermengen der gemessenen Punkte. Für eine beliebige Einheit ist der Messwert die maximale Abweichung minus der minimalen Abweichung, wobei die Abweichungen mit dem Gesamtprofil einer Linie berechnet wurden. Der Messwert für das gesamte Element ist der Messwert der schlechtesten Einheit.

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für Toleranz eines Profils einer Linie pro Einheit. Das obere Etikett ist für das Gesamtprofil einer Linie und das untere Etikett ist für das Profil pro Einheit.

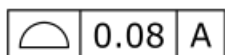
FCFPROF3		MM	 0.2		LSQ		ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL	
CIR1	0.000	0.200	0.754	-0.161	-0.377	0.554	

FCFPROF3		MM	 0.05/5		LSQ		ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL	
CIR1	0.000	0.050	0.167	0.083	-0.083	0.117	

Profil einer Fläche

Einführung

Ein Profil einer Flächen-Spezifikation steuert, wie stark die Flächen der Elemente von den Nennformen abweichen können, die sich in Bezug auf Null oder mehr Bezüge befinden und orientiert sind.



Bei dieser geometrischen Toleranz wirken diese drei Aspekte zusammen:

- Die Flächendaten jedes betrachteten Elements

- Die Nennform jedes betrachteten Elements und jedes resultierende Toleranzfeld
- Die Bezugselemente (wenn auf welche Bezug genommen wird)

Um diese Toleranz zu bewerten, optimiert PC-DMIS die Flächendaten jedes Elements in seinen jeweiligen Toleranzbereich. Der Optimierungsprozess respektiert alle Einschränkungen, die jeder Bezug zu den einzelnen Daten mit sich bringt. Bei mehreren betrachteten Elementen berücksichtigt der Optimierungsprozess diese Elemente gleichzeitig. Auf diese Weise passt er alle tolerierten Elemente gleichzeitig in ihre Toleranzzonen ein.

Zulässige Elementtypen

Sie können diese Elementtypen verwenden, wenn sie Flächendaten haben:

Zylinder, Kugeln, 3D- und 1D-Breiten, Scans, Ebenen, Kegel, Sätze und Tori.

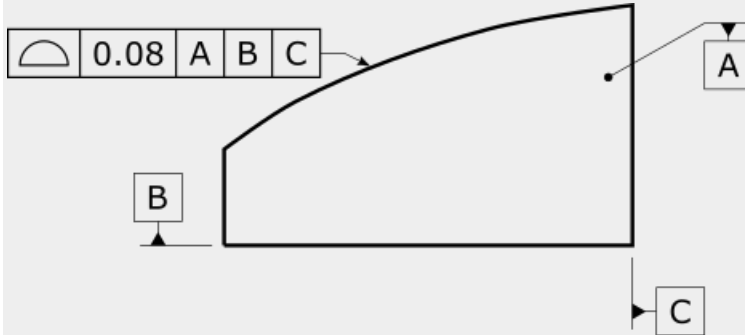
Wenn keine Bezüge referenziert sind, gibt es keine Arbeitsebenen-Option. Manchmal wurden die Messdaten nur in einem einzigen Querschnitt gemessen. Dies ist typischerweise ein Fall, in dem das Profil einer Fläche ohne Bezug auf Bezüge angegeben wurde, die Fläche jedoch zu flach ist, um mehr als einen Querschnitt zu messen. In diesem Fall erkennt der geometrische Toleranzbefehl automatisch die Arbeitsebene des Querschnitts. Er verwendet diese Arbeitsebene auch als unsichtbaren primären Bezug, um die Freiheitsgrade auf diese Arbeitsebene zu beschränken.

Toleranzbereiche und erlaubte Modifikatoren

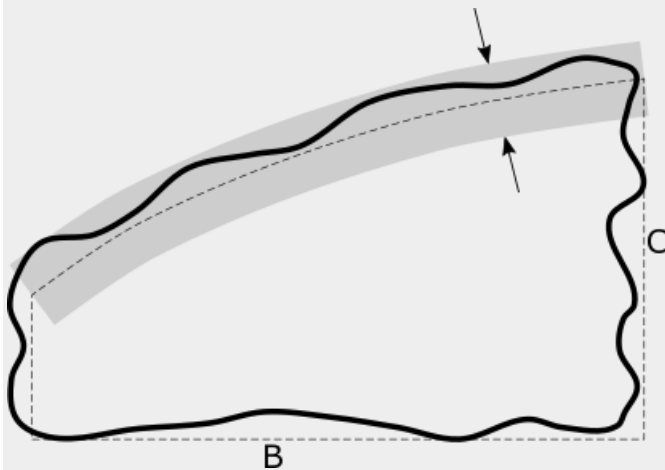
Der Toleranzbereich basiert auf der Nennfläche des Elements. Standardmäßig (ohne irgendwelche Modifikatoren) ist der Toleranzbereich gleich bilateral. Das bedeutet, dass sich die Hälfte des Toleranzwertes auf jeder Seite der Nennfläche befindet:



Angenommen, Sie haben dieses Profil einer Fläche-Spezifikation:

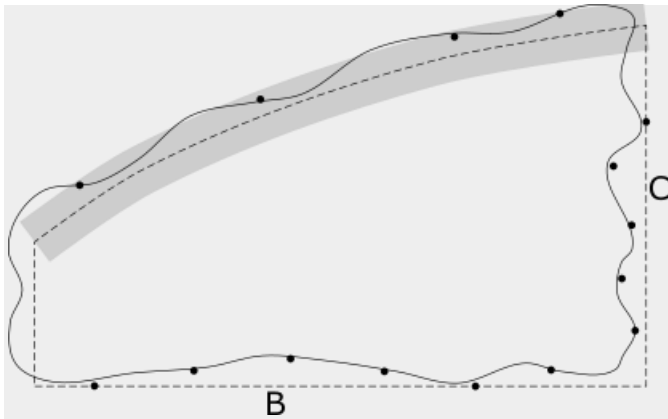


Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



Da es keine Modifikatoren gibt, ist der Toleranzbereich auf die Nominalfläche zentriert, die nominell orientiert ist und sich auf jeden tatsächlichen Bezug bezieht. Die durchgezogene Linie zeigt die tatsächliche Fläche an, die gestrichelten Linien stellen die Sollflächen (einschließlich der tatsächlichen Bezüge) dar, und der grau schattierte Bereich stellt den Toleranzbereich minimaler Größe dar, das auf der Sollfläche zentriert ist, die die tatsächliche Fläche enthält.

Der Messwert (in Bezugsberechnung **STANDARD**) sieht wie folgt aus:



Das Zentrum des gemessenen Toleranzbereichs bleibt die Nennfläche, die nominell orientiert ist und sich zu jedem gemessenen Bezüge befindet. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Modifikatoren können die Beschaffenheit des Toleranzbereiches verändern. Ab ASME Y14.5 2009 unterstützt PC-DMIS den \textcircled{U} Modifikator (ungleich verteiltes Profil), und ab ASME Y14.5 2018 den \triangle Modifikator (dynamisches Profil). Unter ISO 1101 unterstützt PC-DMIS den UZ-Modifikator (spezifizierter Toleranzbereichsversatz) und den OZ-Modifikator (nicht spezifizierter linearer Toleranzbereichsversatz). Obwohl sie nicht gleichwertig sind, haben die Modifikatoren \textcircled{U} und UZ eine ähnliche Funktionalität. Sie versetzen die Mitte des Toleranzbereichs von der Nennfläche. Ebenso haben die Modifikatoren \triangle und OZ eine ähnliche Funktionalität. Sie ermöglichen es, dass die Mitte des Toleranzbereichs in Plus-Material- oder Minus-Material-Richtung verläuft. Diese Modifikatoren waren in ASME Y14.5 1994 noch nicht enthalten, doch wurde dort bereits das Konzept einer ungleichmäßig verteilten Toleranzzone unterstützt. Dies wurde in der Regel auf dem Druckblatt grafisch durch gepunktete Linien dargestellt, die den Toleranzbereich innerhalb und außerhalb des Materials anzeigen. Wenn Sie also ASME Y14.5 1994 als F<-Standard für Ihre PC-DMIS-Messroutine auswählen, müssen Sie bei der Erstellung des Toleranzrahmens sowohl die obere als auch die untere Toleranz eingeben. PC-DMIS gibt dann die maximalen und minimalen Abweichungen an, die mit den entsprechenden oberen und unteren Toleranzwerten verglichen werden, um die Konformität zu beurteilen.



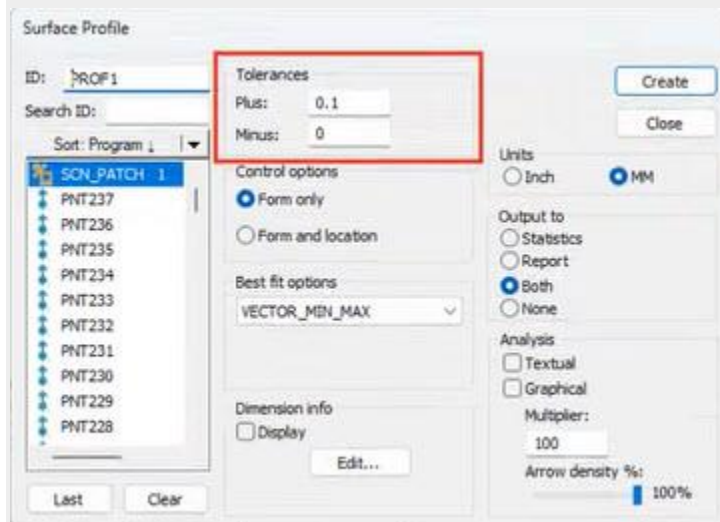
Das alte Profil enthält eine Option "Nur Form", bei der nur eine einzige positive Toleranz eingegeben werden kann. Um dasselbe Verhalten mit einem Befehl für ein geometrisches Toleranzprofil nach ASME Y14.5 1994 zu erzielen, müssen Sie die zulässige Gesamtterolanz halbieren und als gleiche Werte auf beiden Seiten eingeben.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen die Unterschiede zwischen dem Befehl für das alte Flächenprofil und dem geometrischen Toleranzprofil einer Fläche. Auch wenn sich die Beispiele auf das Flächenprofil beziehen, gelten für das Linienprofil dieselben Regeln.

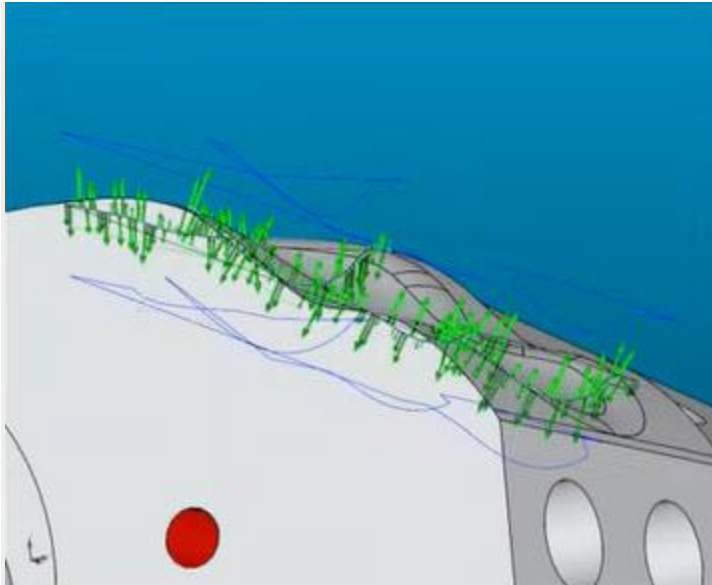
Klicken Sie auf den folgenden Link, um Beispiele für die Definition, das Ergebnis und den Bericht eines alten Flächenprofils anzuzeigen:

Altes Flächenprofil, Nur Form - Beispiel

Das folgende Beispiel zeigt ein Dialogfeld Flächenprofil mit einer reinen Formdefinition:



Beispiel für ein altes Dialogfeld Flächenprofil, das nur für die Form definiert ist und eine obere Toleranz von 0,1 sowie eine untere Toleranz von 0 aufweist.



Beispiel für die Ergebnisse nach Ausführung des alten Befehls.

PROF1 - SCN_PATCH FORMONLY VECTOR_MIN_MAX							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
M	0.000000	0.100000	0.000000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000

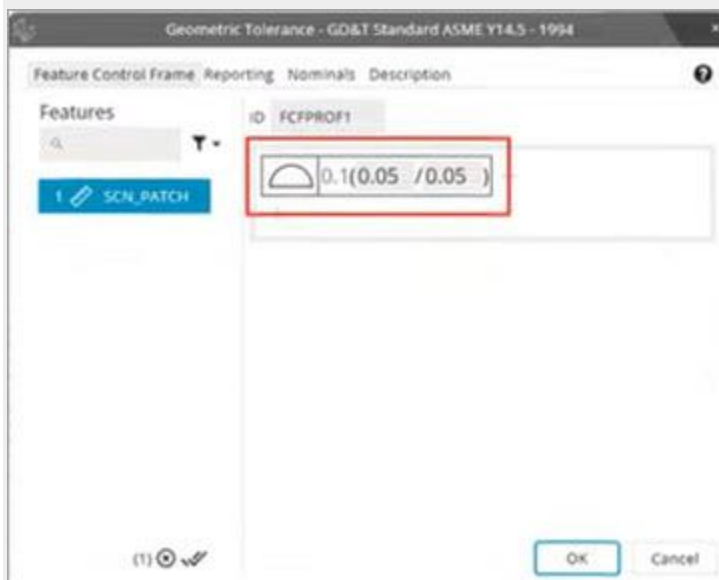
Beispiel dafür, wie die alte Version des Berichts aussehen könnte.

Klicken Sie auf die folgenden Links, um korrekte und falsche Beispiele für die Definitionen, Ergebnisse und Berichte eines geometrischen Toleranzprofils einer Fläche anzuzeigen:

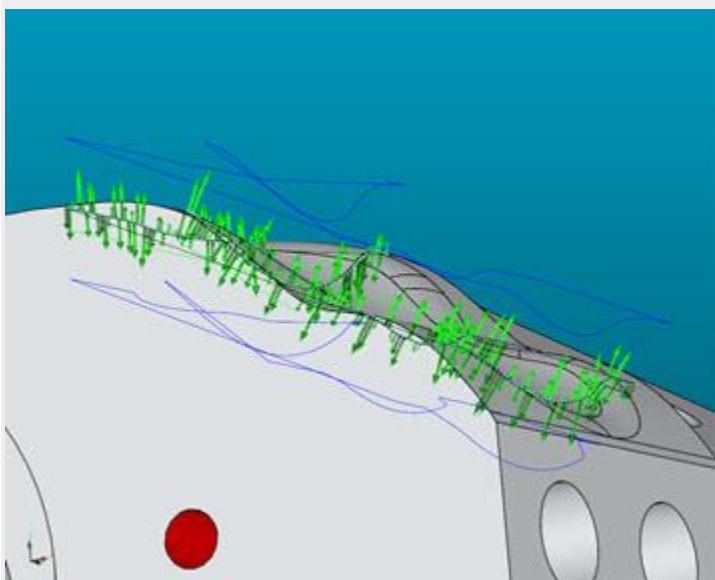
ASME Y14.5 - 1994 Geometrische Toleranzprofile einer Fläche Richtig Definiertes Beispiel





In diesem Beispiel verwendet das geometrische Toleranzprofil einer Fläche einen äquivalenten oberen und unteren Toleranzwert von $\pm 0,05$:



Beispiel für ein korrekt definiertes Dialogfeld Geometrische Toleranz für ein Profil einer Fläche gemäß der Norm ASME Y14.5 – 1994.



Beispiel für die Ergebnisse nach Ausführung des Befehls Geometrische Toleranz (korrekt definiert).

FCFPROF1		MM	 0.1		DEFAULT		ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL	
SCN_PATCH	0.000000	0.050000	0.050000	0.071202	0.035601	-0.035601	0.000000	

Beispiel dafür, wie die Version des Berichts mit geometrischen Toleranzen bei einem korrekt definierten Befehl aussehen könnte.

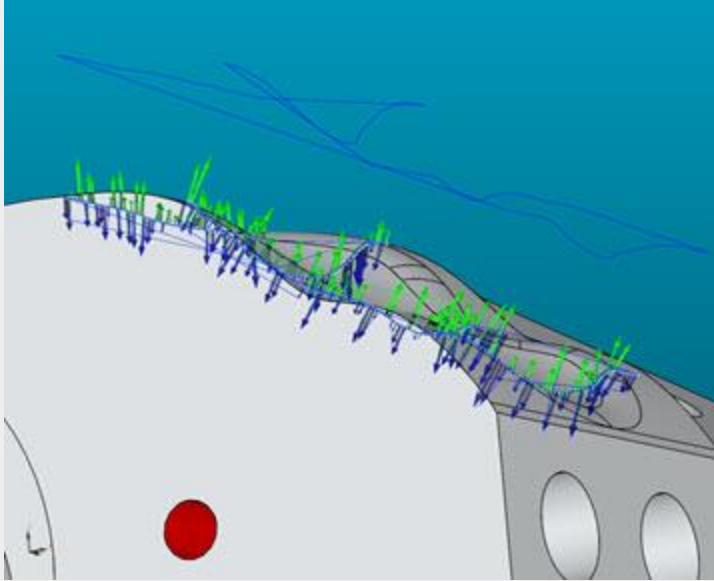
ASME Y14.5 - 1994 Geometrische Toleranzprofile einer Fläche Falsch Definiertes Beispiel



In diesem Beispiel wird im geometrischen Toleranzprofil einer Fläche fälschlicherweise ein einziger oberer Toleranzwert von 0,1 verwendet. Dies führt zu einem ungleichmäßigen Toleranzbereich, wodurch alle negativen Abweichungen außerhalb der Toleranz liegen.



Beispiel für ein nicht korrekt definiertes Dialogfeld Geometrische Toleranz für ein Profil einer Fläche gemäß der Norm ASME Y14.5 – 1994.



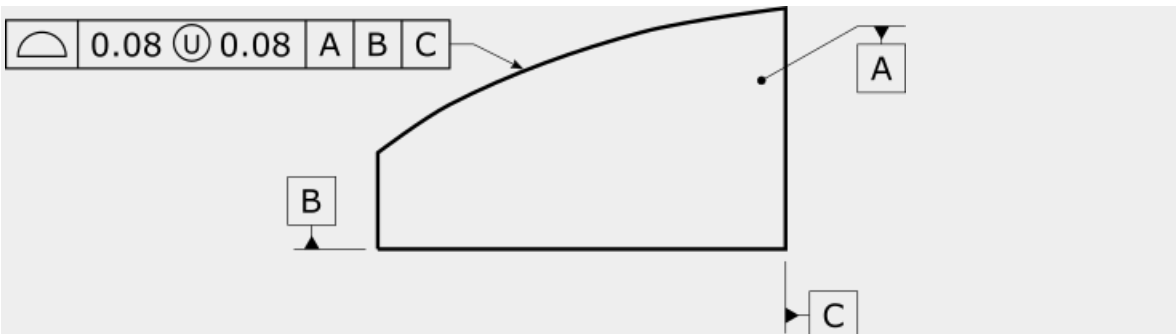
Beispiel für die Ergebnisse nach Ausführung des Befehls Geometrische Toleranz (nicht korrekt definiert).

FCFPROF1		MM	0.1		DEFAULT	ASME Y14.5 - 1994	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL
SCN_PATCH	0.000000	0.100000	0.000000	0.086446	0.036446	-0.036446	0.000000

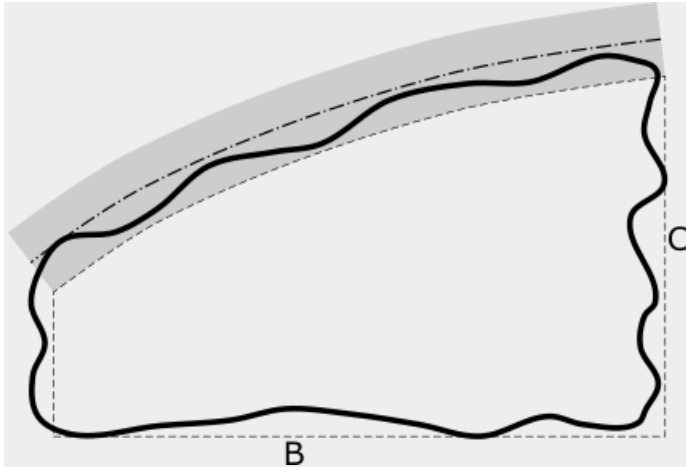
Beispiel dafür, wie die Version des Berichts mit geometrischen Toleranzen bei einem nicht korrekt definierten Befehl aussehen könnte.



Angenommen, Sie haben die unten gezeigte \textcircled{U} Modifikatorspezifikation. Die äquivalente ISO-Spezifikation wäre 0,08 UZ+0,04.

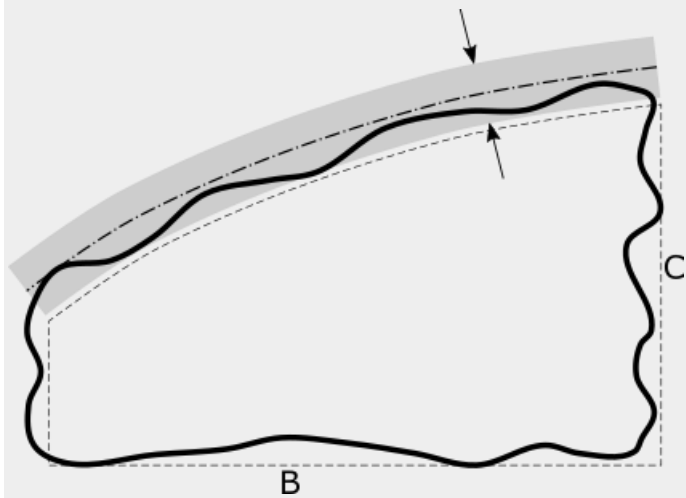


Mit der obigen Spezifikation sieht der angegebene Toleranzbereich wie folgt aus:



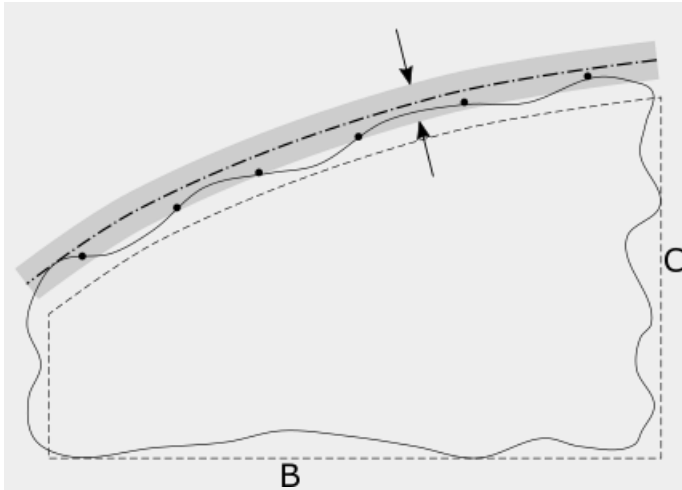
Da es sich hierbei um den vorgegebenen Toleranzbereich handelt, wird die Toleranzzone nicht minimiert und stellt somit nicht den Istwert dar. Die Mitte des Toleranzbereichs ist von der Nennfläche versetzt und wird in der gestrichelt gepunkteten Linie dargestellt.

Der Istwert sieht wie folgt aus:



Die Mitte des Toleranzbereichs bleibt gleich (in diesem Fall um 0,04 vom Nennwert versetzt), aber der Bereich wird so lange minimiert, bis sie nur noch die tatsächliche Fläche enthält.

Der Messwert (in Bezugsberechnung **STANDARD**) sieht wie folgt aus:




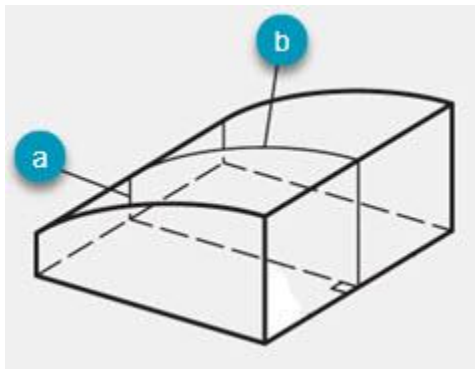
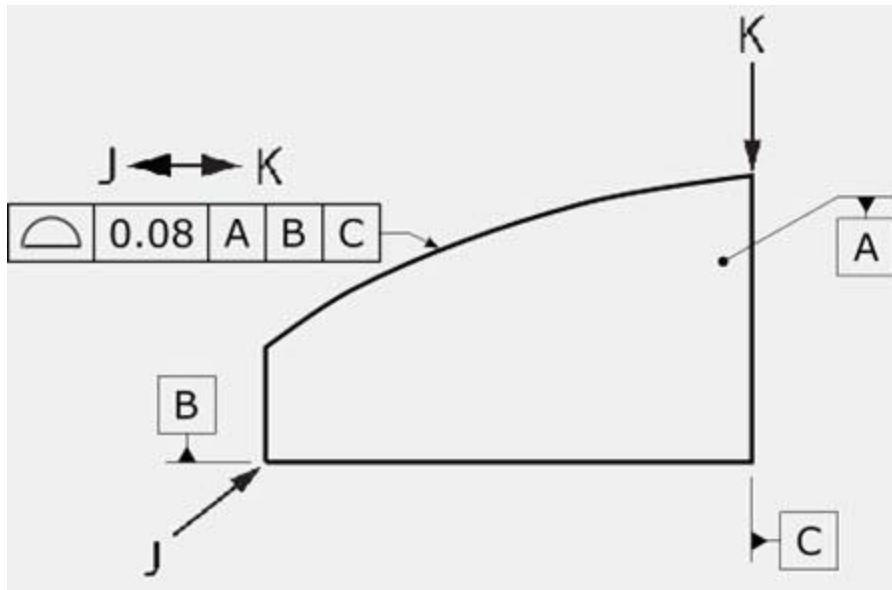
Der Mittelpunkt der Toleranzzone bleibt gleich (in diesem Fall 0,04 vom Nennwert entfernt), aber die Zone wird um diesen Mittelpunkt herum minimiert, bis sie nur noch die gemessenen Oberflächenpunkte enthält. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Vielleicht hilft es Ihnen, sich daran zu erinnern, dass der Messwert dem doppelten absoluten Wert der größten Abweichung entspricht, gemessen von der Mitte der Toleranzzone.

Profil Dazwischen, Profil Rundum und Profil Ganz


Profil Dazwischen

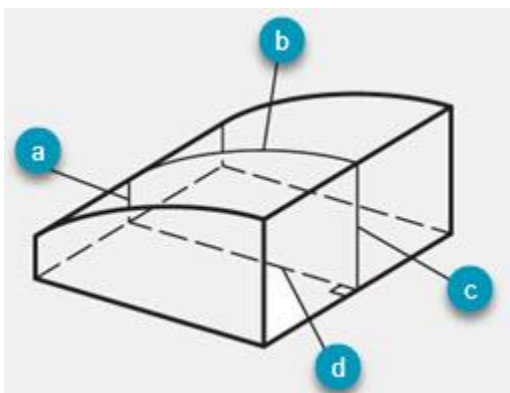
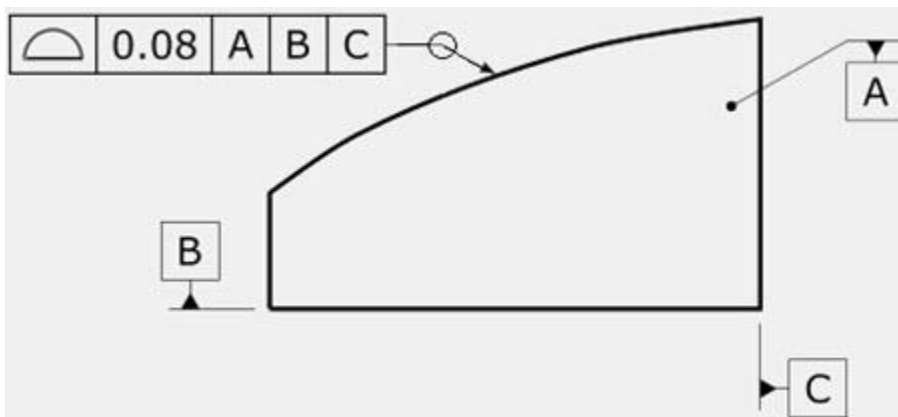
Das Symbol **Dazwischen**  wird zwischen zwei Großbuchstaben verwendet, um den Umfang der tolerierten Fläche zu kennzeichnen. Die Fläche besteht aus allen Punkten auf der Oberfläche, beginnend mit der durch den ersten Buchstaben bezeichneten Fläche (Anfang) und endend mit der durch den zweiten Buchstaben bezeichneten Fläche (Ende). Dazu gehören auch alle Segmente und Flächen zwischen diesen mit Buchstaben bezeichneten Flächen, wie unten dargestellt.



Das Profil Dazwischen gilt nur für die durch die Erfassungsebene oder die Ansichtsausrichtung angegebenen Flächen zwischen den angegebenen Start- und Endpunkten.


Profil Rundum

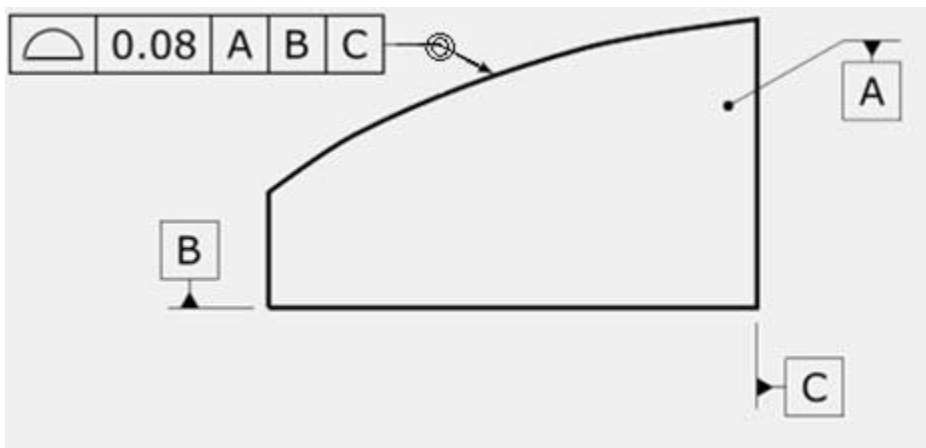
Das Rundum-Profil wird auf die Umrissse der Querschnitte eines Werkstücks oder auf alle durch eine geschlossene Umrisslinie dargestellten Elemente angewendet. Sie wird durch das Kreis-Symbol **Rundum**  angezeigt, das auf dem Schnittpunkt der Führungslinie und der Bezugslinie des Toleranzindikators platziert ist, wie unten dargestellt.

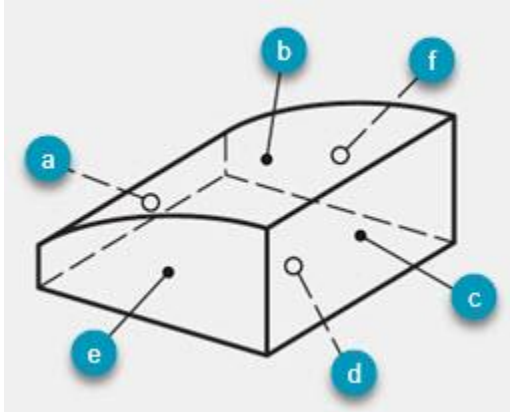


Das Profil Rundum gilt nur für die durch die Erfassungsebene oder die Ansichtsausrichtung identifizierten Flächen, nicht für das gesamte Werkstück.

Profil Ganz

Das Profil Ganz wird auf alle integralen Elemente eines Werkstücks angewendet und wird durch ein Symbol mit zwei konzentrischen Kreisen  angezeigt, das auf dem Schnittpunkt der Führungslinie und der Bezugslinie des Toleranzindikators platziert ist, wie unten dargestellt.





Das Profil Ganz gilt für alle Flächen des gesamten Werkstücks und ist dreidimensional.

Übersicht

Es gibt keine Möglichkeit, ein Symbol für Profil Dazwischen, Profil Rundum oder Profil Ganz im Toleranzrahmen-Editor des Geometrischen Toleranzbefehls auszuwählen, da sie nicht Teil des Toleranzrahmens sind. Um den Geometrischen Toleranzbefehl zur Auswertung von Profil Dazwischen, Rundum oder Ganz zu verwenden, müssen Sie stattdessen selbst die richtige Messstrategie anwenden. Sie müssen alle zutreffenden Flächen so messen, dass sie als ein einziges Element behandelt werden. Am einfachsten geht das mit einer Reihe von Befehlen für die offene Abtastung für das Profil Dazwischen oder einer Reihe von Befehlen für die geschlossene Abtastung für das Profil Rundum oder das Profil Ganz.

Ein anderer Ansatz besteht darin, eine Reihe von Auto-Elementen zu erstellen (eines für jede einzelne Oberfläche). Alle Scans oder Auto-Elemente, die sich auf die zu bewertenden Oberflächen beziehen, müssen dann zu einem einzigen abhängigen Elementset kombiniert werden.

- Für Profil Dazwischen würde das abhängige Elementset die gesamte Ausdehnung aller Flächen darstellen, die von dem durch den Anfangsbuchstaben angegebenen Punkt bis zu dem durch den Endbuchstaben angegebenen Punkt verlaufen.
- Für Profil Rundum würde das abhängige Elementset die gesamte Ausdehnung aller Flächen darstellen, die rund um das Werkstück oder den geschlossenen Umriss verlaufen.
- Für Profil Ganz würde das abhängige Elementset die gesamte Ausdehnung aller Außenflächen des gesamten Werkstücks darstellen.

Sie sollten ein einzelnes Profil eines Oberflächenbefehls verwenden, der auf das abhängige Elementset als das betrachtete Element verweist, um eine dieser Anforderungen zu bewerten.

Istwert und Messwert

Profiltoleranzzonen haben einen definierten Mittelpunkt. Sie verfügen auch über einen Mechanismus zum Wachsen und Schrumpfen der Zone um dieses Zentrum, bis sie gerade die tatsächliche Fläche umhüllt.

Istwert:

Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Istwert. Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der die tatsächliche Fläche enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich in Bezug auf jeden tatsächlichen Bezug, mit einigen Ausnahmen, die in "Wie PC-DMIS Bezüge löst" beschrieben sind.

Wenn Sie mehr als ein betrachtetes Element haben und der Bezugsrahmen für den Bezug nicht vollständig eingeschränkt ist, muss das Optimierungsverfahren nach Möglichkeit alle Flächen der Elemente gleichzeitig in ihre jeweiligen Toleranzbereiche einpassen.

Messwert:

Jedes betrachtete Element hat seinen eigenen Messwert. Dies ist die Größe des kleinsten Toleranzbereichs, der die gemessenen Flächenpunkte enthält. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich zu jedem gemessenen Bezug, mit einigen Ausnahmen, die in "Wie PC-DMIS Bezüge löst" beschrieben sind.

Wenn Sie mehr als ein betrachtetes Element haben und der Bezugsrahmen nicht vollständig eingeschränkt ist, passt die PC-DMIS-Optimierungsvorgang gleichzeitig die Flächenpunkte aller Elemente in ihre jeweiligen Toleranzbereiche ein. Dies geschieht auf proportionale Weise. Dies garantiert, dass alle tolerierten Elemente in ihre jeweiligen Toleranzzonen passen, wenn dies möglich ist.



ASME Y14.5 2009 und ASME Y14.5 2018 stützen sich auf den Berechnungsstandard ASME Y14.5.1 2019, der den tatsächlichen Wert einer Profiltoleranz als einen einzigen Messwert definiert, der dem Doppelten der größten Abweichung vom Nennwert entspricht. ASME Y14.5 1994 stützt sich auf den Berechnungsstandard ASME Y14.5.1M-1994, der den tatsächlichen Wert einer Profiltoleranz als die minimale und maximale Abweichung vom Nennwert definiert. Die Profilmessung ist definiert als die größte Abweichung vom Nennwert auf jeder Seite, sowohl in das Material hinein als auch aus dem Material heraus. Das bedeutet, dass Sie, wenn Sie ASME Y14.5 1994 als F<-Standard auswählen, nicht mehr nur einen einzigen Messwert erhalten, sondern stattdessen den Minimal- und den Maximalwert. Der einzige wirkliche Unterschied besteht in der Art und Weise, wie die Informationen dargestellt werden; Toleranzgrenzen und Konformität bleiben davon unberührt. Für weitere Informationen laden Sie das Dokument "ProfileReporting_Handout_V2" aus der PC-DMIS-Wissensdatenbank herunter.

Gültigkeitsregeln

Alle Eingabe-Elemente (betrachtet und Bezug) müssen die korrekten angegebenen Nennwerte und Formen haben. Dadurch wird sichergestellt, dass PC-DMIS die Messwerte korrekt berechnet, und der Toleranzbefehl die optimierbaren Freiheitsgrade korrekt identifiziert.

Dargestellte Optionen

Mehrere Arten von Elementen stellen eine Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN dar. Bei diesen Elementen handelt es sich um Punkte, Scans, Sätze und Torii (mit Ausnahme der automatischen 2D-Profil-Vision-Elementen und Kantenpunkt-Elementen), wenn ein CAD-Modell verfügbar ist. Wenn verfügbar, wird die Option standardmäßig auf JA gesetzt, weil dadurch sichergestellt wird, dass die Mitte des Toleranzbereichs die CAD-Modellfläche ist. Wenn die Option nicht verfügbar ist oder wenn NEIN ausgewählt ist, erzeugen diese Elementtypen für jeden gemessenen Punkt einen separaten planaren Toleranzbereich, die durch den theoretischen Punkt und den mit diesem gemessenen Punkt verknüpften Vektor definiert ist. Dies wird als die "stückweise planare" Annäherung bezeichnet, die unter vielen Umständen ausgezeichnet ist. In diesen Fällen ist sie schlecht:

- Wenn die Ausrichtung, die zum Auffinden von Nominalen verwendet wird, signifikant von dem optimierten Bezugsrahmen abweicht
- Wenn die gemessenen Daten scharfe Ecken oder Radien enthalten

Aufgrund des manchmal schlechten Verhaltens der stückweise planaren Annäherung empfehlen wir in den meisten Fällen, ein CAD-Modell zu verwenden und die Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN auf JA zu setzen. Unter bestimmten Umständen ist es sinnvoll, diesen Wert auf NEIN zu setzen, wenn die Berechnungszeit zu lang ist. Wenn Sie sie so auf NEIN setzen, verbessert dies normalerweise die Berechnungsgeschwindigkeit, aber Sie sind dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die stückweise planare Annäherung eine gute Annäherung ist.

Zylinder, Kugeln, Breiten, Ebenen und Kegel exponieren die Option WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN nicht, da der geometrische Toleranzbefehl intern die Toleranzzonen exakt darstellt. Es ist nicht möglich, die stückweise planare Annäherung für diese Elementtypen zu verwenden. Im Gegensatz dazu stellen 2D-Profil-Vision-Auto-Elemente, Kantenpunkt-Elemente und Scans, die aus Kantenpunkt-Elementen und "Anpassungsfilter" konstruierte Satzelemente erstellt wurden, die Optionen WIEDERHOLENUNDNEUBESTIMMEN nicht dar, da sie immer die stückweise planare Annäherung verwenden.

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen.

Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Wenn es keine Elementbezüge gibt, steuert der Berechnungstyp des Toleranzbereiches, wie die gemessenen Flächenpunkte in ihrem jeweiligen Toleranzbereich optimiert werden:

STANDARD - Dies bewirkt, dass eine Minimum-Zone am besten passt (auch Min-Max genannt). Dieser Besteinpassung findet den kleinsten Toleranzbereich, der die Flächenpunkte enthält. Somit erzeugt die Option **STANDARD** den kleinsten Messwert zur Bewertung des Profils einer Fläche. Sie ist auch mathematisch der Spezifikation sehr ähnlich, denn wenn Sie Punkte dicht und mit hoher Genauigkeit messen, kommt der gemessene Wert dem tatsächlichen Wert sehr nahe.

LSQ - Das führt die Besteinpassung mit den kleinsten Quadraten durch. Sie minimiert die Summe der Quadrate der Abweichungen zur Mitte der Zone. Diese Option erzeugt einen größeren Messwert (sie ist konservativer als die Option **STANDARD**). Aber im Allgemeinen rechnet diese Option schneller.

Untere Segmente des zusammengesetzten Profils einer Fläche

Ein Profil einer Fläche-Toleranz mit mehreren Segmenten wird als "zusammengesetztes Profil einer Fläche" bezeichnet. Das erste (oder obere)

Segment eines zusammengesetzten Profils einer Fläche-Toleranz ist dasselbe wie ein einzelnes Segmentprofil einer Fläche, wie oben zu Beginn dieses Themas beschrieben. Alle unteren Segmente eines zusammengesetzten Profils einer Fläche sind subtil unterschiedlich. Der Grund dafür ist, dass die Toleranzbereiche im Vergleich zum Bezugsrahmen eine freigeschaltete Übersetzung aufweisen. Die Toleranzbereiche bleiben jedoch nominell lokalisiert und aufeinander ausgerichtet.

Die Bezugsrahmen der unteren Segmente eines zusammengesetzten Profils einer Fläche folgen diesen Regeln:

- Jeder Bezugsrahmen darf nur die gleichen Bezüge verwenden wie der Bezugsrahmen darüber.
- Die Bezüge müssen in der gleichen Reihenfolge sein.
- Die Bezüge müssen die gleichen Modifikatoren haben.
- Ein unteres Segment kann weniger Bezüge haben als das obere Segment.



Angenommen, das obere Segment hat Bezüge ABC. Das untere Segment könnte sich dann auf keine Bezüge, Bezug A, Bezüge AB oder Bezüge ABC beziehen. Aber es könnte sich nicht auf die Bezüge BA, AC oder ABD beziehen.

Hier sind einige Beispiele für zulässige zusammengesetzte Positionstoleranzen:



4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	4X \varnothing 0.675 \pm 0.025
\varnothing 0.08 (M) A B C	\varnothing 0.08 (M) A B C
\varnothing 0.02 (M) A B C	\varnothing 0.02 (M) A B
4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	4X \varnothing 0.675 \pm 0.025
\varnothing 0.08 (M) A B C	\varnothing 0.08 (M) A B C
\varnothing 0.02 (M) A	\varnothing 0.02 (M)

Hier sind einige Beispiele für unzulässige zusammengesetzte Positionstoleranzen:

4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	4X \varnothing 0.675 \pm 0.025
\varnothing 0.08 (M) A B C	\varnothing 0.08 (M) A B C
\varnothing 0.02 (M) B A	\varnothing 0.02 (M) A C
4X \varnothing 0.675 \pm 0.025	
\varnothing 0.08 (M) A B C	
\varnothing 0.02 (M) A B D	

Protokoll

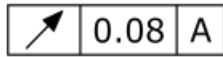
Hier ist ein Beispielprotokoll für ein Profil einer Fläche-Toleranz einer Ebene.

FCFPROF2		MM	 1 A B C				LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	MEAS	MAX	MIN	OUTTOL		
PLN17	0.000000	1.000000	1.122074	0.561037	-0.147759	0.122074		

Rundlauf

Einführung

Eine Rundlauf-Spezifikation steuert, wie stark die Oberflächenquerschnitte des Elements von perfekten Kreisen, die auf einer Bezugsachse zentriert sind, abweichen können.



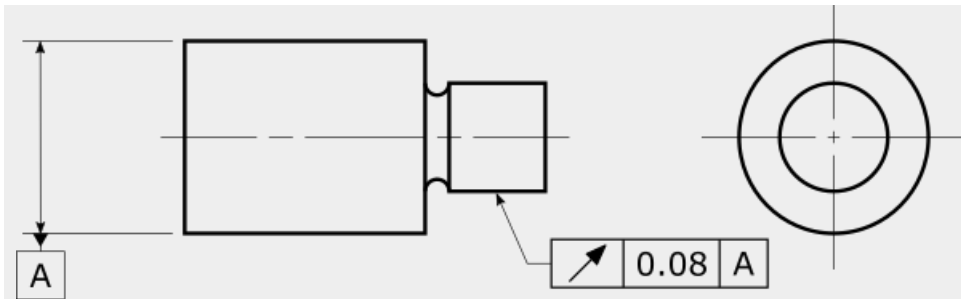
Istwert:

Für einen Querschnitt ist dies der Mindestabstand zwischen zwei Kreisen. Diese Kreise sind auf der Bezugsachse zentriert und senkrecht zu ihr ausgerichtet. Sie enthalten den gesamten Querschnitt zwischen ihnen.

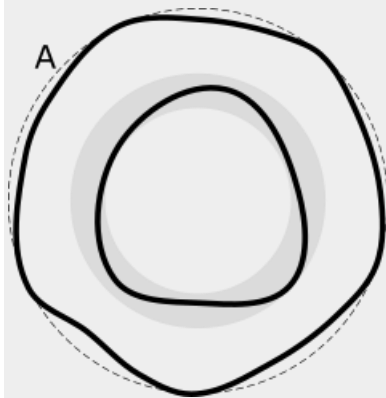
Für ein ganzes Element ist dies der schlechteste Istwert aller Querschnitte.



Angenommen, Sie hätten diese Rundlauf-Spezifikation:

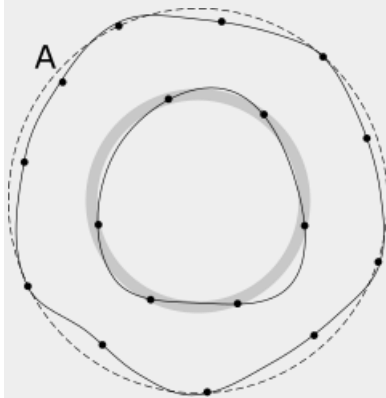


Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert für einen der Querschnitte wie folgt aus:



Die tatsächliche Werkstückoberfläche verwendet die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezugspunkt verwendet die gestrichelte Linie, und die kleinste Toleranzzone, der die Oberfläche des Querschnitts enthält, wird im schattierten Bereich angezeigt. Das Toleranzfeld ist genau koaxial zur Achse der tatsächlichen Bezugsachse. Der Istwert für das gesamte Element ist der schlechteste Istwert aller Querschnitte.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung STANDARD) für einen der Querschnitte wie folgt aus:



Die gemessene Toleranzzone ist genau koaxial zur gemessenen Bezugsachse. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert. Der Messwert für das gesamte Element wäre der schlechteste Messwert aller Querschnitte.

Zulässige Elementtypen

Sie können kreisförmige, zylindrische, konische oder planare Elemente mit Oberflächendaten verwenden. Weitere Informationen zu den Kreisen, Zylindern, Kegeln und Ebenen, die Oberflächendaten haben, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Oberflächendaten". Diese Elemente müssen nominell konzentrisch mit der Bezugsachse sein.

Kreisförmige Elemente

Diese geometrische Toleranz interpretiert kreisförmige Merkmale als einen einzigen Querschnitt.

Messwert:

Dies ist der Abstand zwischen zwei Kreisen. Die Kreise enthalten alle gemessenen Punkte zwischen ihnen. Die Kreise sind auf der Bezugsachse zentriert und senkrecht zu ihr.

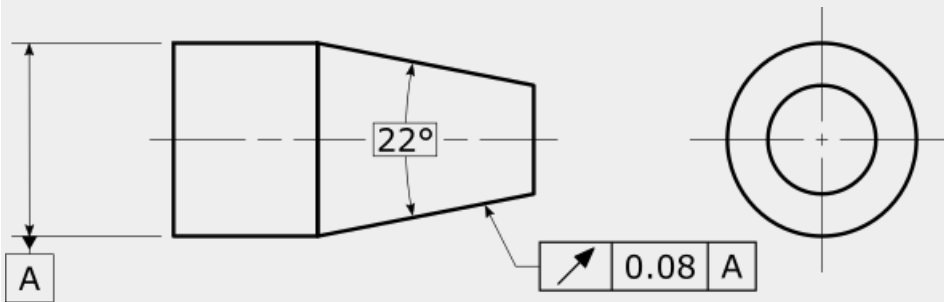
In der Regel sind die beiden Kreise koplanar. Das bedeutet, dass die Fläche den Kegelwinkel Null hat. Mit der Option "Kegelhalbwinkel" im Befehl können Sie jedoch eine konische Oberfläche angeben. In diesem Fall winkelt PC-DMIS die beiden Kreise so an, dass die Toleranzzone senkrecht zur Sollfläche steht. Der Kegelhalbwinkel stellt den Winkel der Nennfläche dar, nicht das Toleranzfeld.

- Bei Außenkreisen bedeuten positive Winkel, dass der Kreisvektor zum Kegelscheitelpunkt hin zeigt, und negative Winkel, dass der Kreisvektor vom Kegelscheitelpunkt weg zeigt.
- Bei Innenkreisen bedeuten positive Winkel, dass der Kreisvektor vom Kegelscheitelpunkt weg zeigt, und negative Winkel, dass der Kreisvektor zum Kegelscheitelpunkt hin zeigt.

Diese inneren und äußeren Konventionen wurden so gewählt, dass sie typische Standardwerte darstellen. Meistens zeigen die äußeren Kreisvektoren in Richtung des Kegelscheitels—im Fall des positiven Winkels. Außerdem zeigen die Vektoren der inneren Kreise meistens vom Kegelscheitelpunkt weg—im Fall des positiven Winkels.



Nehmen wir an, Sie haben die folgende Spezifikation, und Sie entscheiden sich, den Kegel als eine Reihe von Kreisen zu messen (auch wenn wir die Verwendung eines Kegelmerkmals empfehlen):



In diesem Fall sind die Kreise Außenkreise, d. h. wenn der Vektor des Kreises nach rechts (zum Kegelscheitelpunkt) zeigt, sollte der Kegelhalbwinkel auf $+11^\circ$ gesetzt werden. Wenn der Vektor des Kreises nach links (vom Kegelscheitelpunkt weg) zeigt, sollte der Kegelhalbwinkel auf -11° gesetzt werden.

Zylindrische Elemente

Diese geometrische Toleranz teilt die Daten eines zylindrischen Elementes in mehrere Querschnitte auf. Die Toleranz bewertet den Rundlauf an jedem Querschnitt. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten tatsächlichen Querschnitt zu finden, empfehlen wir, den Zylinder mit vielen Querschnitten zu messen

Messwert:

Über das gesamte Element ist dies der Messwert des ungünstigsten Querschnitts. Wenn Sie die Messdaten nicht in Querschnitten gemessen haben, zeigt PC-DMIS einen Fehler an.

Konische Elemente

Diese geometrische Toleranz teilt die Daten eines konischen Merkmals in mehrere Querschnitte auf. Die Toleranz bewertet den Rundlauf an jedem Querschnitt. Sie richtet jede Toleranzzone senkrecht zur Nennfläche aus. Um Ihre Chancen zu maximieren, den schlechtesten tatsächlichen Querschnitt zu finden, empfehlen wir, den Kegel mit vielen Querschnitten zu messen.

Messwert:

Über das gesamte Element ist dies der Messwert des ungünstigsten Querschnitts.

Wenn Sie die Messdaten nicht in Querschnitten gemessen haben, zeigt PC-DMIS einen Fehler an.

Planare Elemente

Diese geometrische Toleranz unterteilt die Daten von einem planaren Element in einen oder mehrere kreisförmige Abschnitte um die Bezugsachse. Die Toleranz richtet jede Toleranzzone senkrecht zur Nennfläche aus. Um die Chancen zu maximieren, den schlechtesten tatsächlichen Kreisquerschnitt zu finden, empfehlen wir Ihnen, die Ebene mit vielen Kreisquerschnitten zu messen.

Messwert:

Über das gesamte Element ist dies der Messwert des schlechtesten Kreisquerschnitts. Wenn Sie die Messdaten in kreisförmigen Abschnitten, die die Bezugsachse umgeben, nicht gemessen haben, erhalten Sie von PC-DMIS einen Fehler.

Gültigkeitsregeln

Der Bezugsrahmen muss eine klare Bezugsachse festlegen.

Zulässige Modifikatoren

Keiner. Diese geometrische Toleranz lässt keine Modifikatoren zu.

Dargestellte Optionen

Bei kreisförmigen Elementen ermöglicht die Option "Kegelhalbwinkel", dass der Kreis einen Querschnitt einer konischen Oberfläche anstelle einer zylindrischen Oberfläche darstellt. Dadurch wird die Ausrichtung der Toleranzzone angepasst. Sowohl positive als auch negative Kegelhalbwinkel sind sinnvoll, wodurch Sie steuern können, ob die Öffnungsrichtung des nominalen Kegels parallel oder antiparallel zum Vektor des nominalen Kreises ist.

Bei Innenkreisen mit positiven Kegelhalbwinkeln zeigt der Kreisvektor von kleineren Kegeldurchmessern zu größeren Kegeldurchmessern. Negative Kegelhalbwinkel sind umgekehrt. Diese Konvention wurde gewählt, weil sie positive Winkel für die meisten Anwender zum häufigsten Fall macht.

Bei Außenkreisen mit positiven Kegelhalbwinkeln zeigt der Kreisvektor von größeren Kegeldurchmessern zu kleineren Kegeldurchmessern. Negative Kegelhalbwinkel sind umgekehrt. Diese Konvention wurde gewählt, weil sie positive Winkel für die meisten Anwender zum häufigsten Fall macht.



Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der

Geometrische Toleranzen definieren und Protokolle einrichten

Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Protokoll

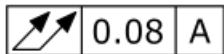
Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Rundlauftoleranz eines Zylinders.

FCFRNOUT_ISO_4		MM	 0.01 A		LSQ	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
CYL2	0.000	0.010		0.024	0.024	0.014 

Gesamtlauf

Einführung

Eine Gesamtlauf-Spezifikation steuert, wie stark das Element von einer perfekten Form abweichen kann, die sich auf irgendeine Bezugsachse zentriert.



Zulässige Elementtypen

Sie können zylindrische, konische oder planare Elemente mit Flächendaten verwenden. Einzelheiten zu den Zylindern, Kegel und Ebenen, die Flächendaten haben, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten". Sie müssen nominell konzentrisch mit der Bezugsachse sein.

Zylindrische Elemente

Istwert:

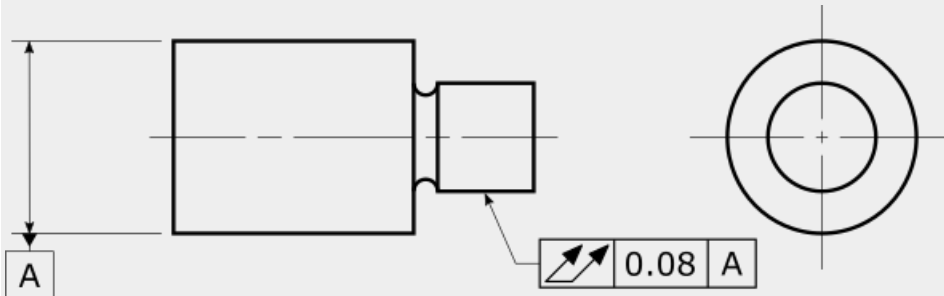
Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei konzentrischen Zylindern, die die tatsächliche Fläche zwischen sich enthalten. Die Zylinder sind konzentrisch in Bezug auf die tatsächliche Bezugsachse.

Messwert:

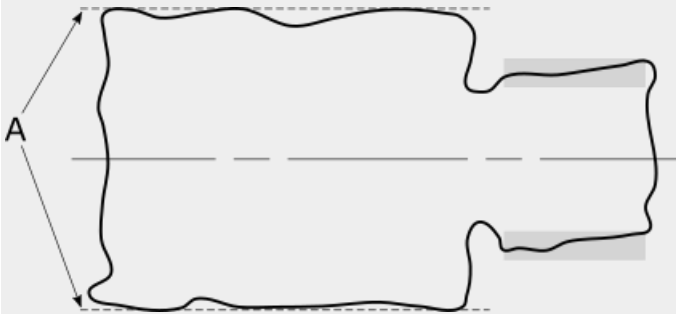
Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei konzentrischen Zylindern, die alle gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Die Zylinder sind konzentrisch in Bezug auf die gemessene Bezugsachse.



Angenommen, Sie hätten diese Gesamtlauf-Spezifikation:

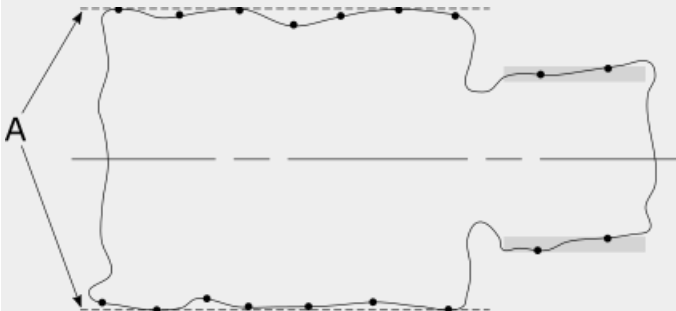


Mit der obigen Spezifikation sieht der Istwert wie folgt aus:



Die tatsächliche Werkstückfläche verwendet die durchgezogene Linie, der tatsächliche Bezug verwendet die gestrichelte Linie, und der kleinste Toleranzbereich, der die tatsächliche Elementfläche enthält, wird im schattierten Bereich angezeigt. Das Toleranzfeld ist genau coaxial zur Achse der tatsächlichen Bezugsachse.

Schließlich sieht der Messwert (mit Bezugsberechnung **STANDARD**) wie folgt aus:



Die gemessene Toleranzzone ist genau coaxial zur gemessenen Bezugsachse. In diesem Fall wurden die Messpunkte nicht dicht genug gemessen, so dass der Messwert kleiner ist als der tatsächliche Wert.

Konische Elemente

Istwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei konzentrischen Kegeln, die die gesamte tatsächliche Fläche zwischen sich enthalten. Die Kegel sind konzentrisch mit der tatsächlichen Bezugsachse. Sie haben auch den gleichen Kegelwinkel wie die nominale Kegelfläche.

Messwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei konzentrischen Kegeln, die alle gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Die Kegel sind konzentrisch in Bezug auf die gemessene Bezugsachse. Sie haben auch den gleichen Kegelwinkel wie die nominale Kegelfläche.

Planare Elemente

Istwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen, die die gesamte tatsächliche Fläche zwischen sich enthalten. Die Ebenen stehen senkrecht zur Achse des tatsächlichen Bezugsachse.

Messwert:

Dies ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen, die alle gemessenen Punkte zwischen sich enthalten. Die Ebenen stehen senkrecht zur gemessenen Bezugsachse.

Gültigkeitsregeln

Der Bezugsrahmen muss eine klare Bezugsachse festlegen.

Zulässige Modifikatoren



Keiner. Diese geometrische Toleranz lässt keine Modifikatoren zu.

Dargestellte Optionen

Wenn mindestens ein Bezugselement Flächendaten hat, steuert der Bezugsberechnungstyp, wie die gemessenen Bezüge aus den Flächendaten der Bezugselemente berechnet werden sollen. Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".

Protokoll

Hier ist ein Beispielprotokoll für eine Gesamtlauftoleranz eines Kegels.

FCFRNOUT_ISO_115	MM	 0.01 A-B	LSQ			ISO 1101	
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CON1	0.000	0.010		0.012	0.012	0.002	

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet

Viele geometrischen Toleranzen beziehen sich auf einen oder mehrere Bezüge. Bezüge dienen dazu, die Ist-Flächen mit der Soll-Geometrie auszurichten, so dass Lage, Rechtwinkligkeit, Rundlauf und andere Toleranzen in Bezug auf diese Bezüge bewertet werden können.

Zuerst passt PC-DMIS alle tatsächlichen primären Bezugsflächen am besten an ihre jeweiligen Bezugssimulatoren an.

Zweitens passt PC-DMIS die tatsächlichen sekundären Bezugsflächen am besten an ihre Bezugssimulatoren an, wobei die Beziehung (Interaktion) zwischen den tatsächlichen primären Bezugsflächen und ihren Bezugssimulatoren erhalten bleibt.

Drittens passt PC-DMIS die tatsächlichen tertiären Bezugsflächen am besten an ihre Bezugssimulatoren an, wobei die Beziehung (Interaktion) zwischen den tatsächlichen primären und sekundären Bezugsflächen und ihren Bezugssimulatoren erhalten bleibt.

Schließlich werden alle tolerierten Elemente in ihren Toleranzbereichen optimiert, wobei die Beziehung (Interaktion) zwischen den Bezugsflächen und ihren Simulatoren erhalten bleibt.

Dieses Verfahren ähnelt der Verwendung eines funktionellen Messinstruments:

Zuerst wird das Werkstück zum Messgerät gebracht und die tatsächliche primäre Bezugsfläche wird auf den primären Bezugssimulator des Messgeräts ausgerichtet.

Zweitens wird die tatsächliche sekundäre Bezugsfläche auf den sekundären Bezugssimulator des Messgeräts ausgerichtet, wobei die tatsächliche primäre Bezugsfläche auf den primären Bezugssimulator des Messgeräts ausgerichtet bleibt.

Drittens wird die tatsächliche tertiäre Bezugsfläche auf den Tertiärdatumsimulator des Messgeräts ausgerichtet, wobei die tatsächlichen primären und sekundären Bezugsflächen ausgerichtet bleiben.

Abschließend werden die betrachteten Elemente mit Hilfe von Messstiften oder Ähnlichem bewertet.



Hinweis zur Terminologie: In den F<-Standards werden mehrere Ausdrücke zur Beschreibung des Konzepts eines Bezugssimulators verwendet.

- ASME Y14.5 - 1994 und 2009 verwendet "Bezugssimulator".
- ASME Y14.5 - 2018 verwendet ein "echtes geometrisches Gegenstück".
- ISO 5459 verwendet "zugehöriges Bezugselement".

Diese Phrasen sind ungefähr gleichwertig. In diesem Dokument wird der Kürze halber der Ausdruck "Bezugssimulator" verwendet.

Es gibt zwei Arten, über den Prozess des Bezugsrahmens nachzudenken, die einander gleichwertig sind.

Die Sichtweise der Messlehre.

Das eigentliche Werkstück kann, wie oben beschrieben, auf die Nenngeometrie ausgerichtet werden. Die Nenngeometrie (oder Messlehre) ist festgelegt und das eigentliche Werkstück wird darauf ausgerichtet.

Die Sichtweise des Werkstücks

Das eigentliche Werkstück ist fixiert und die Nenngeometrie (oder Messlehre) wird darauf ausgerichtet. Unter der Sichtweise des Werkstücks passt PC-DMIS die Bezugssimulatoren am besten an das eigentliche Werkstück an. Sie können beide Typen verwenden, um zu beschreiben, wie geometrische Toleranzen und Bezüge in PC-DMIS gelöst werden.



Im weiteren Verlauf wird die Sichtweise des Werkstücks verwendet, um zu beschreiben, wie PC-DMIS Bezüge löst.



Die Berechnungsstandard ASME Y14.5.1 2019 führte die erste mathematische Definition für Bezugssysteme ein. Zuvor wurde in ASME Y14.5.1M 1994 das Konzept des „Kandidaten-Bezugssatzes“ verwendet. Die Standard-Bezugspunktberechnung des Befehls Geometrische Toleranz liefert stets einen gültigen Referenzpunkt. Daher verhält sich PC-DMIS in diesem Abschnitt beschriebenen Weise bei allen Versionen der ASME Y14.5 (1994, 2009 und 2018) gleich.

Vergleich zu früherer Praxis

Vor PC-DMIS 2020 R2 wurden Bezugsrahmen mit dem Befehl XactMeasure eher wie eine PC-DMIS-Ausrichtung behandelt, mit einem Nivellierungselement, einem Rotationselement und einem oder mehreren Ursprungselementen. Alle diese Elemente haben Sie aus den Bezugselementen ausgewählt. Ab Version 2020 R2 verwendet der Befehl für geometrische Toleranz keine Ausrichtungskonzepte für Bezugsrahmen. Stattdessen verwendet es Messlehrekonzpte für die Bezugsrahmen. Dies ermöglicht die Unterstützung von ungewöhnlicheren Bezugsrahmen, die nicht durch den Level-Rotations-Ursprungsrahmen dargestellt werden können.

Freiheitsgrade, die durch einen Bezugsrahmen eingeschränkt sind

Eine geometrische Toleranz ohne jeglichen Bezug hat keine eingeschränkten Freiheitsgrade: alle drei Übersetzungsgrade und alle drei Orientierungsgrade sind frei. Jeder aufeinanderfolgende Bezug schränkt weitere Freiheitsgrade ein. Insbesondere dürfen nach der Lösung eines Bezuges keine Übersetzungen und Rotationen den Bezugssimulator verändern. Nachdem beispielsweise eine primäre Bezugsebene gelöst ist, dürfen die sekundären und tertiären Bezüge die primäre Bezugsebene nicht verschieben. Das bedeutet, dass Übersetzungen innerhalb der primären Bezugsebene erlaubt sind und Rotationen innerhalb der primären Bezugsebene erlaubt sind, aber Rotation oder Übersetzung aus der Ebene heraus sind nicht erlaubt.

Diese Einschränkungen sind mathematisch in Form von Invarianzklassen definiert. Jede Invarianzklasse wird nachstehend definiert, wobei einige Beispiele für Bezüge auf die Invarianzklasse angegeben sind. Die Beispiele sind nicht erschöpfend: es gibt viele weitere Beispiele, die nicht aufgeführt sind.

- **Sphärische Invarianz:** Die Klasse der sphärischen Invarianz schränkt drei Übersetzungsfreiheitsgrade ein und lässt alle drei Rotationen um einen Mittelpunkt frei. Dazu gehören sowohl sphärische Elemente als auch flächenlose 3D-Punkte.

- **Planare Invarianz:** Die planare Invarianzklasse beschränkt die Rotation um zwei Richtungen orthogonal zur Flächennormalen und die Übersetzung entlang der Flächennormalen. Sie lässt die Rotation um die Flächennormale und die Übersetzung entlang der beiden zur Flächennormalen orthogonalen Richtungen frei. Dazu gehören Ebenen, Ebenenquerschnitte (Linien auf einer Fläche) referenziert als sekundärer oder tertiärer Bezugspunkt, Ebenenstützpunkte (Punkte auf einer Fläche) und alle Breitentypen.
- **Zylindrische Invarianz:** Die zylindrische Invarianzklasse beschränkt die Rotation um die beiden Richtungen orthogonal zum Achsenvektor und die Übersetzung entlang der beiden Richtungen orthogonal zum Achsenvektor. Sie lässt die Rotation um die Achse und die Übersetzung entlang der Achse frei. Dazu gehören Zylinder, Kreise referenziert als sekundärer oder tertiärer Bezugspunkt, flächenlose Achsen und konische Flächen, die als reine Achsen behandelt werden (siehe die Unterthemen zu Kegeln weiter unten).
- **Rotationssymmetrische Invarianz:** Die Klasse der rotationssymmetrischen Invarianz beschränkt die Rotation um die beiden Richtungen orthogonal zum Achsenvektor und alle drei Freiheitsgrade der Übersetzung. Sie lässt die Rotation um die Achse frei. Dazu gehören Kreise, die als primärer Bezug (siehe "Bezugszylinderquerschnitte" weiter unten) und Muster von zwei nicht konzentrischen Kugeln herangezogen werden.
- **Prismatische Invarianz:** Die prismatische Invarianzklasse schränkt alle drei Orientierungsfreiheitsgrade und die Übersetzung entlang zweier zum Übersetzungsvektor orthogonaler Richtungen ein. Sie lässt die Übersetzung entlang des Übersetzungsvektors frei. Dazu gehören Ebenenquerschnitte (Linien auf einer Fläche), die als primärer Bezugspunkt referenziert werden (siehe "Bezugsebenen-Querschnitte" unten) und Muster paralleler nicht-koaxialer Zylinder.
- **Komplexe Invarianz:** Die Klasse der komplexen Invarianz schränkt alle Freiheitsgrade ein. Dazu gehören Muster von nicht-parallelen Zylindern und Muster von drei nicht-koaxialen Kugeln. Bezugsrahmen mit komplexer Invarianz werden oft als vollständig eingeschränkte Bezugsrahmen bezeichnet.

Wenn mehr als ein Bezug referenziert wird, muss die Invarianzklasse jedes Bezuges so kombiniert werden, dass sich keiner der Bezugssimulatoren bewegen darf.



Beispiel 1: Eine primäre Bezugsebene kombiniert mit einem sekundären Bezugskreis in dieser Ebene ergibt eine rotationssymmetrische Invarianzklasse. Die primäre Bezugsebene schränkt drei Freiheitsgrade ein, und der sekundäre Bezugskreis schränkt zwei weitere Freiheitsgrade ein (Übersetzung in der Ebene).

Beispiel 2: Eine primäre Bezugsebene, eine sekundäre Bezugslinie auf einer Fläche und ein tertiärer Bezugspunkt auf einer Fläche ergeben eine komplexe Invarianzklasse. Der primäre Bezug schränkt drei Freiheitsgrade ein, die eine planare Invarianzklasse ergeben. Das Hinzufügen des sekundären Bezugs schränkt zwei weitere Freiheitsgrade ein, wodurch sich eine prismatische Invarianzklasse ergibt. Das Hinzufügen des tertiären Bezugs schränkt den verbleibenden Freiheitsgrad der Übersetzung ein, was eine komplexe Invarianzklasse ergibt.

Beispiel 3: Eine primäre Bezugskugel kombiniert mit einer sekundären Bezugskugel (nicht konzentrisch mit der primären) hat eine rotationssymmetrische Invarianzklasse. Die primäre Bezugskugel beschränkt drei Grade der Übersetzung, und die sekundäre Bezugskugel beschränkt zwei Grade der Orientierung. Die Linie zwischen den beiden Sphären ist die Achse der rotationssymmetrischen Invarianzklasse.

Vergleich zu früherer Praxis

Ab PC-DMIS 2020 R2 analysiert der Befehl für geometrische Toleranz den Bezugsrahmen für Bezüge in Bezug auf Invarianzklassen. Dies ermöglicht den korrekten Umgang mit ungewöhnlichen Bezugsrahmen, bei denen die Vektoren nicht rechtwinklig zueinander stehen. Zum Beispiel hat eine primäre Bezugsebene mit einer sekundären Bezugsebene in einem Winkel von 30 Grad zur primären eine prismatische Invarianzklasse. Vor dieser Version unterstützte PC-DMIS diese ungewöhnlichen Bezugsrahmen für Daten nicht vollständig.

Bezugsberechnungstypen unter ASME Y14.5

Wie in "Spezifikation versus Verifikation" in "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" besprochen, bieten wir mehrere Berechnungstypen für die Berechnung von Bezügen. PC-DMIS bietet zwei Möglichkeiten, einen ASME-Simulator für gemessene Bezüge unter Verwendung gemessener Flächendaten zu berechnen. Dies sind die beiden verfügbaren Typen zur Bezugsberechnung:

STANDARD - Dies führt zu einer Hohlraumfilterung (nur ebene Flächen) und zu einer Besteinpassung der kleinsten Quadrate. Dieser Algorithmus ist der tatsächlichen Simulatordefinition sehr ähnlich und daher eine gute Wahl, wenn die Messunsicherheit jedes einzelnen Punktes viel geringer ist als der Formfehler der Fläche.

LSQ -Damit passt eine einfache kleinste Quadrate am besten zu den Flächendaten. Es wird keine Hohlraumfilterung vorgenommen. Dieser Algorithmus ist mathematisch etwas anders als die eigentliche Simulatordefinition, aber er ist eine bessere Wahl als **STANDARD**, wenn die Messunsicherheit jedes Punktes viel größer ist als der Formfehler der Fläche und viel größer als der Orientierungsfehler der Fläche in Bezug auf höherrangige Bezüge.

Zwischen den beiden Extremen, bei denen die Messunsicherheit jedes Punktes mindestens in der gleichen Größenordnung wie der Formfehler und höchstens in der Größenordnung des Orientierungsfehlers liegt, kann es schwierig sein, vorherzusagen, welcher Berechnungstyp eine engere gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezugssimulator ergibt. Der einzige Weg, um sicher zu sein, welcher Typ die bessere Wahl ist, ist eine sorgfältige Untersuchung:

Verwenden Sie zur Kontrolle zunächst eine Sammlung von gefertigten Werkstücken, die den Bereich der Fertigungsfehler repräsentieren.

Zweitens, messen Sie die Werkstücke dicht an dicht, indem Sie viele Querschnitte verwenden. Verwenden Sie hochwertige Geräte mit einer viel geringeren Messunsicherheit der einzelnen Punkte als der Formfehler. Berechnen Sie die Bezüge mit dem oben beschriebenen Berechnungstyp **STANDARD**.

Messen Sie schließlich die Werkstücke mit den tatsächlich in der Produktion verwendeten Geräten und Messstrategien.

Sie können mit den beiden Berechnungsarten experimentieren, um zu sehen, welche näher am hochgenauen Ergebnis liegt.

Für jede Option der Bezugsberechnung empfehlen wir, die Bezugsfläche dicht zu messen, um zu maximieren, wie gut der gemessene Bezugssimulator den tatsächlichen Bezugssimulator annähert.

Bezugsberechnungstypen unter ISO 1101

Wie in "Spezifikation versus Verifikation" in "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" besprochen, bieten wir mehrere Berechnungstypen für die Berechnung von Bezügen. PC-DMIS bietet drei Möglichkeiten, einen ISO-Simulator für gemessene Bezüge unter Verwendung gemessener Flächendaten zu berechnen. Dies sind die drei verfügbaren Optionen zur Bezugsberechnung:

STANDARD - Dies bewirkt eine Hohlraumfilterung (alle Flächentypen) und Einpassungsalgorithmen beschränktes Min-Max, minimaler Hüllkreis oder max. Pferchkreis (abhängig vom Elementtyp, ob die Fläche innen oder außen ist, und dem Materialmodifikator) aus. Dieser Algorithmus ist der tatsächlichen Simulatordefinition sehr ähnlich und daher eine gute Wahl, wenn die

Messunsicherheit jedes einzelnen Punktes viel geringer ist als der Formfehler der Fläche.

LSQ -Damit passt eine einfache kleinste Quadrate am besten zu den Flächendaten. Es wird keine Hohlraumfilterung vorgenommen. Dieser Algorithmus ist mathematisch etwas anders als die eigentliche Simulatordefinition, aber er ist eine bessere Wahl als **STANDARD**, wenn die Messunsicherheit jedes Punktes viel größer ist als der Formfehler der Fläche und viel größer als der Orientierungsfehler der Fläche in Bezug auf höherrangige Bezüge.

Zwischen den beiden Extremen, bei denen die Messunsicherheit jedes Punktes mindestens in der gleichen Größenordnung wie der Formfehler und höchstens in der Größenordnung des Orientierungsfehlers liegt, kann es schwierig sein, vorherzusagen, welcher Berechnungstyp eine engere gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezugssimulator ergibt. Der einzige Weg, um sicher zu sein, welcher Typ die bessere Wahl ist, ist eine sorgfältige Untersuchung:

Verwenden Sie zur Kontrolle zunächst eine Sammlung von gefertigten Werkstücken, die den Bereich der Fertigungsfehler repräsentieren.

Zweitens, messen Sie die Werkstücke dicht an dicht, indem Sie viele Querschnitte verwenden. Verwenden Sie hochwertige Geräte mit einer viel geringeren Messunsicherheit der einzelnen Punkte als der Formfehler. Berechnen Sie die Bezüge mit dem oben beschriebenen Berechnungstyp **STANDARD**.

Messen Sie schließlich die Werkstücke mit den tatsächlich in der Produktion verwendeten Geräten und Messstrategien.

Sie können mit den beiden Berechnungsarten experimentieren, um zu sehen, welche näher am hochgenauen Ergebnis liegt.



CL2 - Dies führt zu einer Hohlraumfilterung (aller Flächentypen) und zu einer Besteinpassung der kleinsten Quadrate. Wie die Option zur Bezugsberechnung **STANDARD** erfordert auch diese Option, dass die Messunsicherheit jedes Flächenpunktes viel geringer ist als der Formfehler der Fläche. Diese Option weicht von ISO 5459 - 2011 ab; Gründe dafür können unter anderem sein:

- Stabilität: Der Algorithmus der beschränkten kleinsten Quadrate liefert ein stabileres Ergebnis als die Einpassungsalgorithmen beschränktes Min-Max, minimaler Hüllkreis oder max. Pufferkreis.
- Vergleich mit physischen Inspektionsmethoden: Der Algorithmus der kleinsten beschränkten Quadrate ist eine engere Annäherung an eine Flächenplatte als der Algorithmus der beschränkten Min-Max.

- Vergleich zu Baugruppen: Der Algorithmus der kleinsten beschränkten Quadrate ist eine engere Annäherung an den montierten Zustand als der Algorithmus der beschränkten Min-Max.
- Unterstützung künftiger Standards: In der Vergangenheit haben mehrere unveröffentlichte Entwürfe der ISO 5459 die Beschränkung der kleinsten Quadrate als Standard festgelegt, so dass es wahrscheinlich ist, dass die nächste Ausgabe der ISO 5459 das Gleiche tun wird.

Für jede Option der Bezugsberechnung empfehlen wir, die Bezugsfläche dicht zu messen, um zu maximieren, wie gut der gemessene Bezugssimulator den tatsächlichen Bezugssimulator annähert.

Bezugsmodifikatoren

Die Bezüge können mehrere Arten von Modifikatoren haben. Die gebräuchlichsten Arten sind die Materialmodifikatoren  und . Diese Modifikatoren sind beschrieben in "Bezüge mit Materialmodifikator". Wenn Sie das Kontrollkästchen **Erweiterte Modifikatoren** aktivieren, werden zusätzliche Modifikatoren zugänglich, darunter der Übersetzungsmodifikator für ASME und der [DF]-Modifikator für ISO.

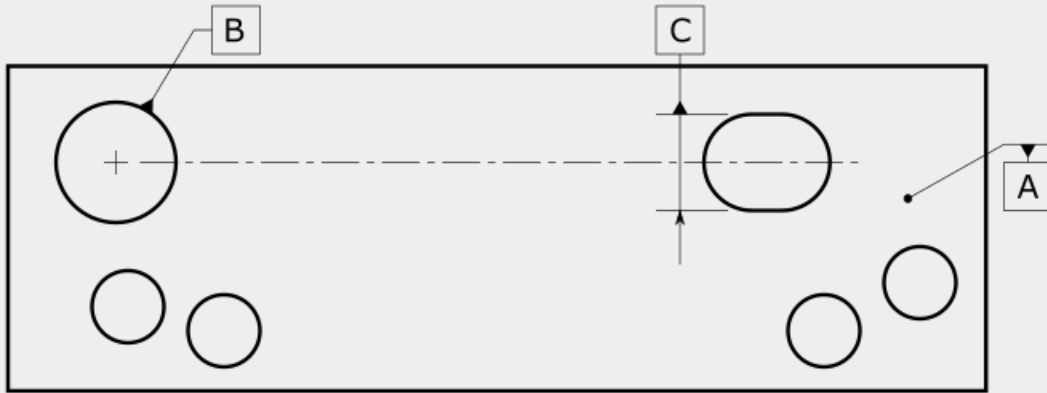
Der [DF]-Modifikator

Der [DF]-Modifikator ist nicht standardisiert. Das bedeutet, dass sie in keiner veröffentlichten ISO-Norm enthalten ist. Der Modifikator wurde in einigen unveröffentlichten Entwürfen der ISO 5459 eingeführt. In diesen Entwürfen steht [DF] für "Distance Fixed". Das bedeutet, dass die Position des Bezugspunkts an einen oder mehrere Bezugspunkte mit höherem Vorrang gebunden ist, wodurch der variable Standardabstand außer Kraft gesetzt wird. Obwohl dieser Modifikator nicht Teil der Norm ist, haben wir festgestellt, dass dieser Modifikator notwendig ist, um mehrere funktionale ISO-Anforderungen zu unterstützen, insbesondere Bezugsrahmen mit ebenen Kreisen und Breiten (und Breitenvariationen wie Schlitz und Mittellinien).

- Ohne den Modifikator steuert die Ausrichtung des Schlitzes vollständig den Drehwinkel in der Ebene. Dies führt zu instabilen, nicht funktionierenden Ergebnissen (vor allem, wenn der Steckplatz kurz ist).
- Mit dem Modifikator steuert der tatsächliche Winkel zwischen dem Kreis und dem Schlitz den Drehwinkel in der Ebene. Dies ist die funktionale Absicht.

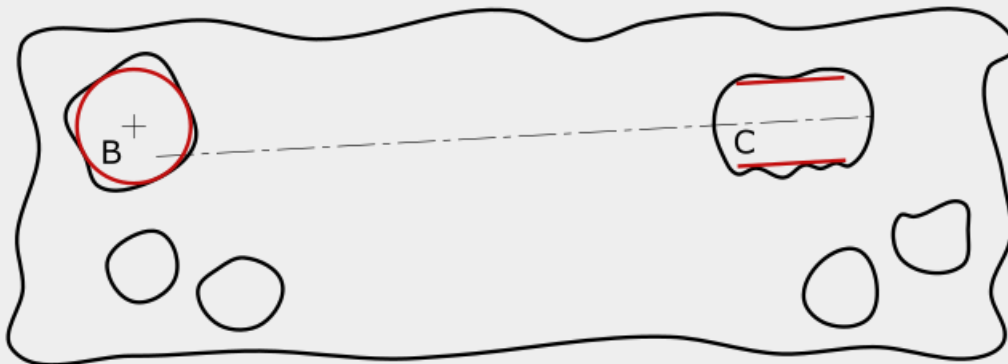


Angenommen, Sie haben die folgende ISO-Spezifikation, bei der der primäre Bezugspunkt A, der sekundäre Bezugspunkt B und der tertiäre Bezugspunkt C ist:



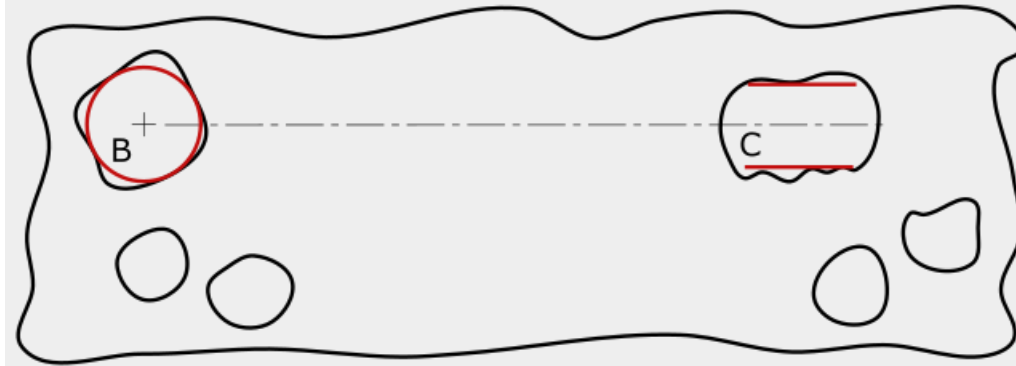
Ohne Modifikatoren

Natürlich weist das reale Werkstück auf der realen Fläche Lage-, Orientierungs- und Formfehler auf. Ohne Modifikatoren sieht der Bezugsrahmen wie in der folgenden Abbildung aus. Der Drehwinkel in der Ebene ergibt sich vollständig aus der Ausrichtung des Bezugspunkts C. Dadurch wird der Drehwinkel in der Ebene oft instabil. Das liegt daran, dass kleine Veränderungen von C zu großen Veränderungen des Drehwinkels in der Ebene führen:



Mit dem [DF]-Modifikator

Für diesen Bezugsrahmen benötigt der Bezugspunkt C normalerweise einen [DF]-Modifikator. Der Modifikator legt die relative Position der Bezugspunkte fest. Durch diese Beschränkungen liegt der Bezugspunkt C in der gleichen Ebene wie der Bezugspunkt B. Dies entspricht der typischen funktionalen Absicht und macht den Bezugsrahmen stabiler:



Bezugsebenen mit Flächendaten nach ASME Y14.5

Für Ebenen wird der tatsächliche Bezugsebenensimulator durch ASME Y14.5.1 - 2019 definiert. Die tatsächliche Fläche wird gefiltert, um Dellen und andere Hohlräume zu entfernen, und dann wird eine perfekte Ebene unter Verwendung der kleinsten Quadrate an die gefilterte Fläche angepasst. Durch diese Passform ist der Simulator außerhalb des Materials und maximiert gleichzeitig den Kontakt und die Stabilität. In Fällen, in denen die tatsächliche Fläche schaukeln würde, ergibt die eingeschränkte Definition der kleinsten Quadrate eine stabilisierte Lösung.

Sekundäre und tertiäre Simulatoren der tatsächlichen Bezugsebene sind nominell in ihrer Ausrichtung auf Simulatoren mit höherem Bezug beschränkt. Sekundäre und tertiäre Bezugsebenen sind im Vergleich zu höherrangigen Datumssimulatoren nicht in ihrer Lage eingeschränkt. Das bedeutet, dass ein Übersetzungsmodifikator auf einer Bezugsebene dasselbe ist wie kein Übersetzungsmodifikator.

Wenn Bezugsebenen über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Details zu Ebenen mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugsebenen mit Flächendaten nach ISO 1101

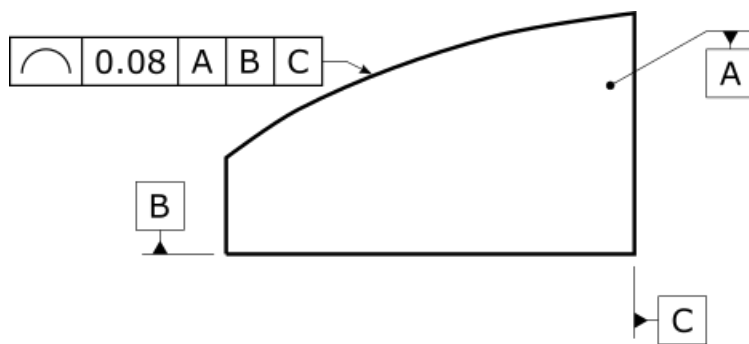
Für Ebenen wird der tatsächliche Bezugsebenensimulator durch ISO 5459 - 2011 definiert, wobei die Phrase "zugehöriges Bezugselement" verwendet wird. Die tatsächliche Fläche wird gefiltert, um Dellen und andere Hohlräume zu entfernen, und dann wird eine perfekte Ebene an die gefilterte Fläche unter Verwendung von beschränktem Min-Max. angepasst. Durch diese Anpassung befindet sich der Simulator außerhalb des Materials, wobei die Tiefpunkte der gefilterten Fläche so nah wie möglich am tatsächlichen Bezugssimulator liegen.

Sekundäre und tertiäre Simulatoren der tatsächlichen Bezugsebene sind nominell in ihrer Ausrichtung auf Simulatoren mit höherem Bezug beschränkt. Sie sind im Vergleich zu höherrangigen Bezugssimulatoren nicht eingeschränkt, es sei denn, das Datum hat einen [DF]-Modifikator. Wenn der Bezugspunkt mit einem [DF]-Modifikator versehen ist, sind die Simulatoren nominell in Ausrichtung und Lage an die höherrangigen Bezugspunktsimulatoren gebunden.

Wenn Bezugsebenen über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Details zu Ebenen mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

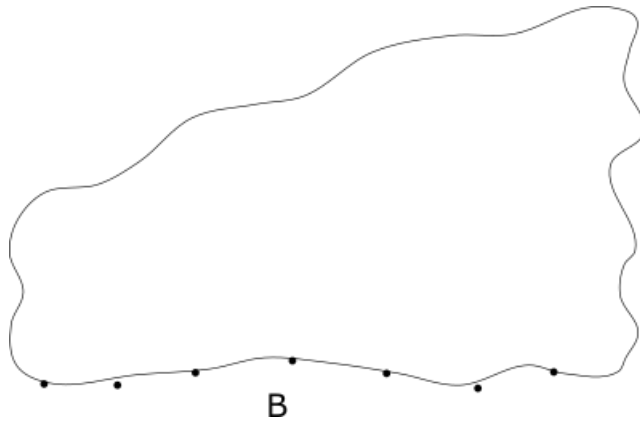
Illustrationen von Bezugsebenen: Filterung, beste Anpassung und Orientierungsbeschränkungen

Als Beispiel für den Besteinpassungsprozess nehmen wir an, Sie hätten die folgende Spezifikation:

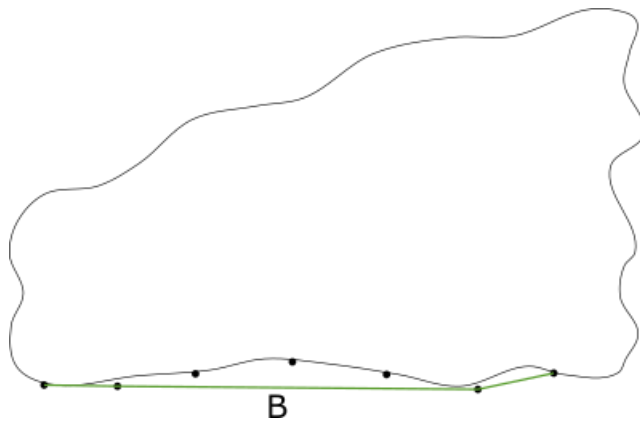


Es ist einfacher, die Hohlraumfilterung und die Besteinpassung in 2D dann in 3D zu veranschaulichen. Nehmen wir also an, der Bezug B wurde als Linie statt als Ebene gemessen (obwohl wir empfehlen, ihn als Ebene zu messen). Die gemessenen Punkte könnten wie folgt aussehen:

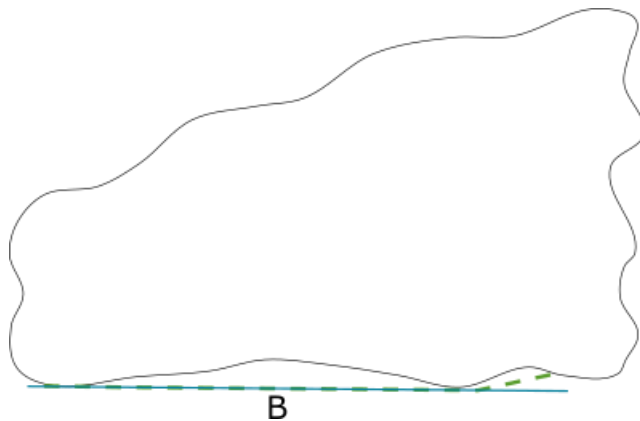
Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet



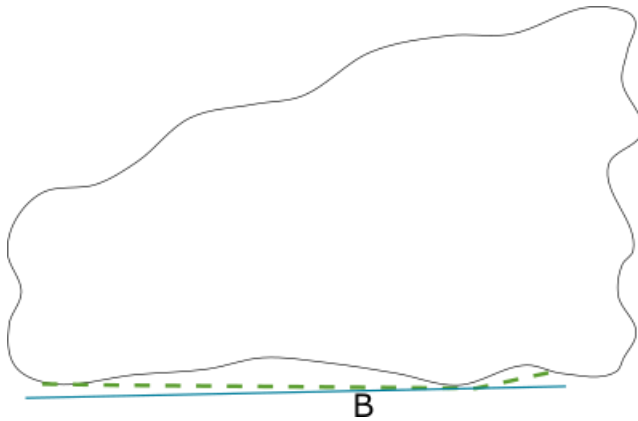
Dann würde die Fläche nach Hohlraumfilterung wie unten in grün dargestellt aussehen:



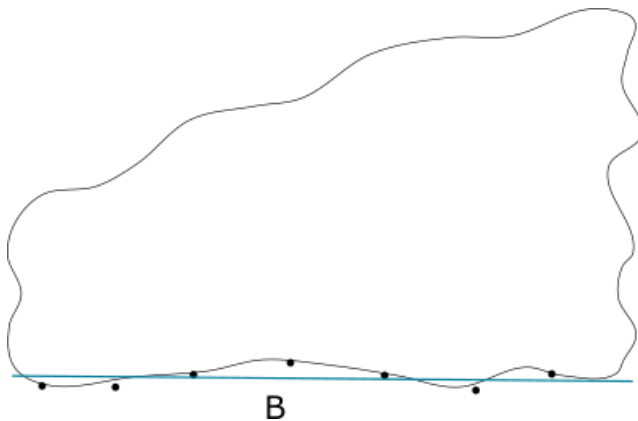
Dann wird die am besten angepasste Linie der kleinsten beschränkten Quadrate (das Ergebnis der Bezugsberechnung **STANDARD** für ASME oder der Bezugsberechnung **CL2** für ISO) am besten an die gefilterte Fläche angepasst und sieht wie folgt in blau dargestellt aus:



Im Gegensatz dazu wird die am besten angepasste beschränkte Min-Max-Linie (das Ergebnis der Berechnungsoption **STANDARD** für ISO) am besten an die gefilterte Fläche angepasst und sieht wie folgt in blau dargestellt aus:



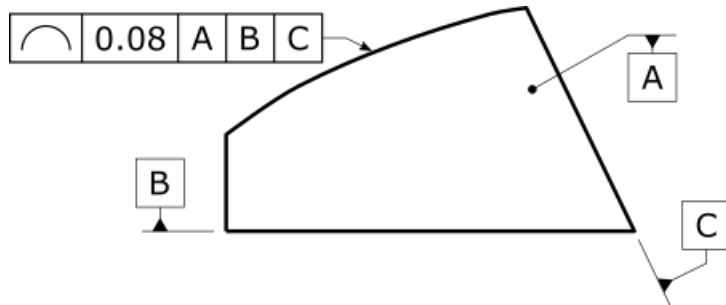
In der Zwischenzeit wird die (nicht eingeschränkte) Linie der kleinsten Quadrate (das Ergebnis der Bezugsoption **LSQ**) am besten an die ursprünglich gemessenen Punkte angepasst und sieht wie folgt in blau dargestellt aus:



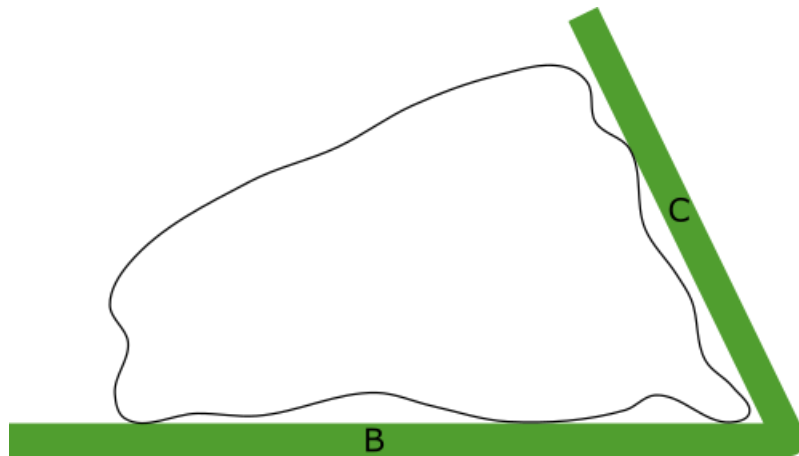
In diesem speziellen Fall ist die Bezugsoption **STANDARD** eine bessere Annäherung an den tatsächlichen Bezug als die Bezugsoption **LSQ**. Wie in "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" erläutert, ist die Bezugsoption **LSQ** jedoch eine bessere Annäherung an den tatsächlichen Bezug, wenn die Messunsicherheit jedes gemessenen Punkts größer ist. Unterdessen bietet der Berechnungstyp **CL2** unter ISO eine bessere Annäherung an das zusammengesetzte Verhalten des Bezugs, aber eine schlechtere Annäherung an den tatsächlichen (angegebene) Bezug.

Als Beispiel für Orientierungsbeschränkungen nehmen wir an, Sie hätten die folgende Spezifikation:

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet



Dann könnten die tatsächlichen (angegebenen) Bezüge für einen realistischen Werkstück so aussehen:



Beachten Sie, dass der tatsächliche Bezugssimulator C den Nennwinkel zum tatsächlichen Bezugssimulator B hat. Beachten Sie auch, dass der Bezugssimulator C die tatsächliche Fläche in genau einem Punkt berührt.

Bezugsebenen ohne Flächendaten

In seltenen Anwendungen wird eine Bezugsebene definiert, die keine Fläche hat. Zum Beispiel eine Ebene, die drei Kugel berührt. PC-DMIS unterstützt Anwendungen wie diese, indem es Bezugselementtypen zulässt, die keine Flächendaten haben.

Wenn eine primäre Bezugsebene keine Flächendaten hat, verwendet der geometrische Toleranzbefehl die MESS-Werte der Ebene als Bezugssimulator.

Wenn für eine sekundäre oder tertiäre Bezugsebene keine Flächendaten vorhanden sind, konstruiert der Befehl "Geometrietoleranz" eine gemessene Ebene, die so nah wie möglich an der MESS-Ebene liegt, während sie nominell an den höherrangigen Bezugssimulatoren ausgerichtet ist. Wie oben gesehen, liegen die sekundären und tertiären Bezugsebenen nach ASME und ISO nicht nominell auf höherrangigen Bezugspunkten (es sei denn, es gibt einen [DF]-Modifikator).

Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugsebenen ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.

Weitere Informationen zu Ebenen, die keine Flächendaten haben, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Querschnitte der Bezugsebene

Bezugslinien-Elemente können entweder ein Querschnitt einer planaren Fläche (siehe "Elementtypen mit und ohne Flächendaten") oder eine flächenlose Achse sein. In diesem Unterthema wird der Fall mit Querschnitt diskutiert. Die flächenlose Achse wird in "Bezugszylinder ohne Flächendaten und flächenlose Achsen" behandelt.

Da diese Arten von Linienelementen einen Querschnitt einer ebenen Fläche darstellen, gelten hier die obigen Abschnitte über Bezugsebenen. Zum Beispiel ist der eigentliche Bezugssimulator eine ganze ebene Fläche. Im Gegensatz dazu ist der Simulator für den gemessenen Bezug ein Querschnitt einer planaren Fläche, da nur ein Querschnitt der Fläche gemessen wurde. Das bedeutet, dass wir empfehlen, keine Linienelemente zu verwenden, die einen ebenen Querschnitt als primären Bezugspunkt darstellen. Sie sollten diese Elemente nur dann als Bezugspunkt verwenden, wenn höherrangige Bezüge bereits die Arbeitsebene der Linie definiert haben. In PC-DMIS können diese Linien jedoch weiterhin als primärer Bezug verwendet werden. In diesem Fall nivelliert PC-DMIS auf die Ansicht der Linie, bevor es die Bezugslinie selbst betrachtet:

Die Ansicht einer gemessenen Linie oder Besteinpassungslinie ist ihre Arbeitsebene.

Die Ansicht einer Auto-Linie ist ihr Nennflächenvektor.

Da Linien nicht als primärer Bezug empfohlen werden, zeigt PC-DMIS eine Warnmeldung an, wie in "Fehlerbehebung bei Fehlermeldungen und Warnungen" beschrieben. Es mag kontraintuitiv erscheinen, aber eine primäre Bezugslinie auf einer Fläche schränkt fünf Freiheitsgrade ein (prismatische Invarianzklasse), während eine primäre Bezugsebene nur drei Freiheitsgrade einschränkt (planare Invarianzklasse). Das heißt, wenn Sie weniger Bezüge messen, schränken Sie tatsächlich mehr Freiheitsgrade ein. Das liegt daran, dass Sie die Ansicht der Linie zu einem impliziten Bezugspunkt machen, der einen höheren Vorrang als alle Bezüge in Ihrem Toleranzrahmen hat.

Wenn Sie eine Linie auf einer Fläche als primären Bezugspunkt verwenden, kann die Warnung nicht ausgeschaltet werden. Dies liegt daran, dass wir dringend davon abraten, Oberflächenlinien als primäre Bezüge zu verwenden. PC-DMIS unterstützt diesen Fall jedoch für Legacy-Anwendungen. Stattdessen empfehlen wir Ihnen, zuerst

die Bezugsebene zu messen und diese als primären Bezug zu verwenden. Messen Sie dann eine Ebene oder Linie als sekundären Bezug.

Die meisten Linienelemente, auf die als Bezug genommen wird, befinden sich auf einer Fläche—sie haben Flächendaten. Während es in PC-DMIS möglich ist, eine Linie auf einer nicht ebenen Fläche zu messen, behandelt der geometrische Toleranzbefehl Linien auf Flächen immer als von einer ebenen Fläche kommend. Da der Simulator für den gemessenen Bezug nur ein Querschnitt der planaren Fläche ist, sind die gemessenen Algorithmen (Hohlraumfilterung und Anpassung) alle zweidimensional statt dreidimensional.

Wir empfehlen nicht, dass Sie für Bezugselemente Linien verwenden, die Querschnitte ebener Flächen darstellen, es sei denn, Sie wissen bereits, dass der Orientierungsfehler zwischen Bezügen höherer Priorität und der durch die Linie dargestellten ebenen Fläche sehr gering ist. Stattdessen empfehlen wir, dass Sie, wann immer möglich, ebene Elemente zur Darstellung der sekundären oder tertiären planaren Fläche verwenden.

PC-DMIS behandelt Bezugslinien, die einen planaren Querschnitt darstellen, die keine Flächendaten haben, ähnlich wie Bezugsebenen, die keine Flächendaten haben. Der Befehl "Geometrische Toleranz" konstruiert einen gemessenen Ebenenquerschnitt, der dem MESS-Ebenenquerschnitt so nahe wie möglich kommt, während er sich nominell an den übergeordneten Bezügen orientiert. Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugselementen ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.



Die gemessene Flächennormale einer Linie ist parallel zum Kreuzprodukt ihres Linienvektors und ihres Arbeitsebenenvektors.

Weitere Informationen zu Linien, die einen Ebenenquerschnitt darstellen und Flächendaten haben, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Stichprobe von Bezugsebenen

Der geometrische Toleranzbefehl behandelt die meisten Punkttypen als eine einzige Stichprobe einer planaren Fläche. Während es in PC-DMIS möglich ist, einen Punkt auf einer nicht planaren Fläche zu messen, behandelt der geometrische Toleranzbefehl Bezugspunkte auf einer Fläche immer so, als ob sie von einer planaren Fläche stammen. Daher gelten hier die obigen Abschnitte über Bezugsebenen. Zum Beispiel ist der eigentliche Bezugssimulator eine ganze ebene Fläche. Im Gegensatz dazu ist der Simulator für den gemessenen Bezug eine einzelne Stichprobe einer planaren

Fläche. Dies liegt daran, dass nur eine Stichprobe der Fläche gemessen wurde. Das bedeutet, dass keine Hohlraumfilterung stattfindet. Die Orientierung der planaren Fläche muss vollständig durch höherrangige Bezüge eingeschränkt werden (es findet keine Anpassung statt). Sie können nur eine Stichprobe einer planaren Fläche als tertiären Bezug verwenden.

Wir raten davon ab, Punkte auf einer Fläche für Bezugselemente zu verwenden, es sei denn, Sie wissen bereits, dass der Orientierungsfehler zwischen Bezügen höherer Priorität und der durch den Punkt dargestellten planaren Fläche sehr gering ist. Stattdessen empfehlen wir, dass Sie, wann immer möglich, ebene Elemente zur Darstellung der tertiären planaren Fläche verwenden.

Weitere Informationen zu den Punkten, die eine Stichprobe einer planaren Fläche darstellen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugszylinder mit Flächendaten nach ASME Y14.5

Für Zylinder wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ASME Y14.5.1 - 2019 definiert. Ein perfekter Zylinder wird unter Verwendung der kleinsten Quadrate an die tatsächliche Fläche angepasst.

Es gibt keine Hohlraumfilterung. Durch diese Passform ist der Simulator außerhalb des Materials und maximiert gleichzeitig den Kontakt und die Stabilität. In Fällen, in denen die tatsächliche Fläche schaukeln würde, ergibt die eingeschränkte Definition der kleinsten Quadrate eine stabilisierte Lösung.

Sekundäre und tertiäre tatsächlichen Bezugszylindersimulatoren sind nominell in Ausrichtung und Lage auf Simulatoren höherer Präzedenz beschränkt. Wenn ein Übersetzungsmodifikator vorhanden ist, sind sekundäre oder tertiäre Bezugszylinder im Vergleich zu Bezugssimulatoren höherer Präzedenz nicht in ihrer Lage eingeschränkt, aber sie bleiben in ihrer Ausrichtung eingeschränkt.

Wenn Bezugszylinder über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Weitere Informationen zu Zylindern mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugszylinder mit Flächendaten nach ISO 1101

Für Zylinder wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ISO 5459 - 2011 definiert, wobei die Phrase "zugehöriges Bezugselement" verwendet wird. Die eigentliche Fläche wird gefiltert, um Dellen und andere Hohlräume zu entfernen, und dann wird ein perfekter Zylinder auf die gefilterte Fläche mit Hilfe einer Formel mit maximalem (innere Zylinder) oder minimalem Umfang (äußere Zylinder) angepasst. Durch diese

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet

Einpassung ist der Simulator außerhalb des Materials und kann als eine passende Hülle betrachtet werden.

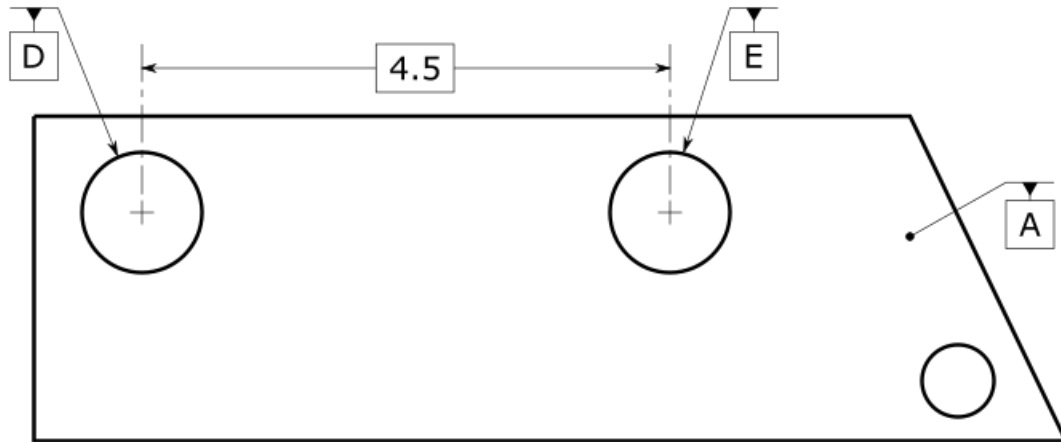
Leider sind Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, und somit verwendet PC-DMIS, mit dem Datumberechnungstyp **STANDARD**, einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen. Der beschränkte Algorithmus der kleinsten Quadrate erzeugt fast den gleichen Durchmesser wie eine reine Inkreis oder Umkreis, aber der Algorithmus ist viel stabiler. Daher sind die Datumberechnungstypen **STANDARD** und **CL2** für diese Art von Bezugselementen gleich.

Sekundäre und tertiäre Simulatoren des tatsächlichen Bezugszylinders sind nominell in ihrer Ausrichtung auf Simulatoren mit höherem Bezug beschränkt. Sie sind im Vergleich zu höherrangigen Bezugssimulatoren nicht eingeschränkt, es sei denn, das Datum hat einen [DF]-Modifikator. Wenn der Bezugspunkt mit einem [DF]-Modifikator versehen ist, sind die Simulatoren nominell in Ausrichtung und Lage an die höherrangigen Bezugspunktsimulatoren gebunden.

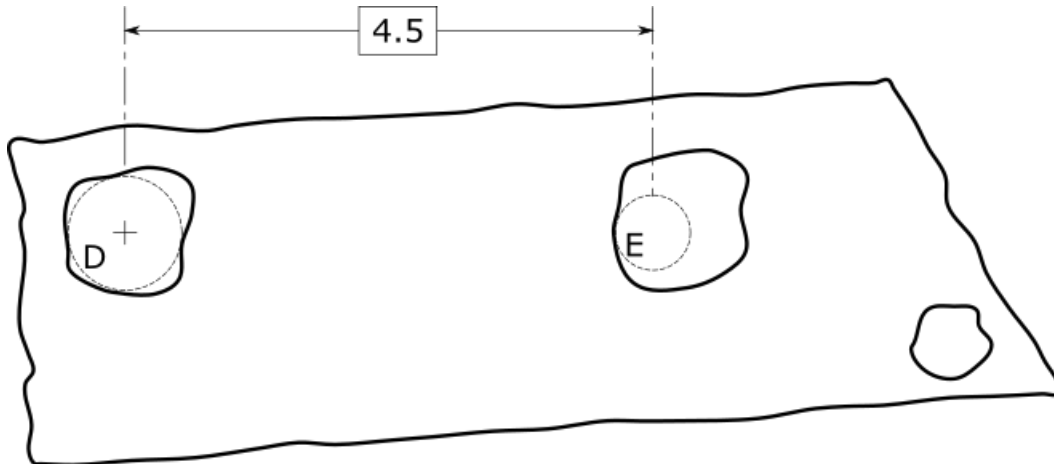
Wenn Bezugszylinder über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Weitere Informationen zu Zylindern mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Illustrationen von Bezugszylindern: Lagebeschränkungen und keine Lagebeschränkungen

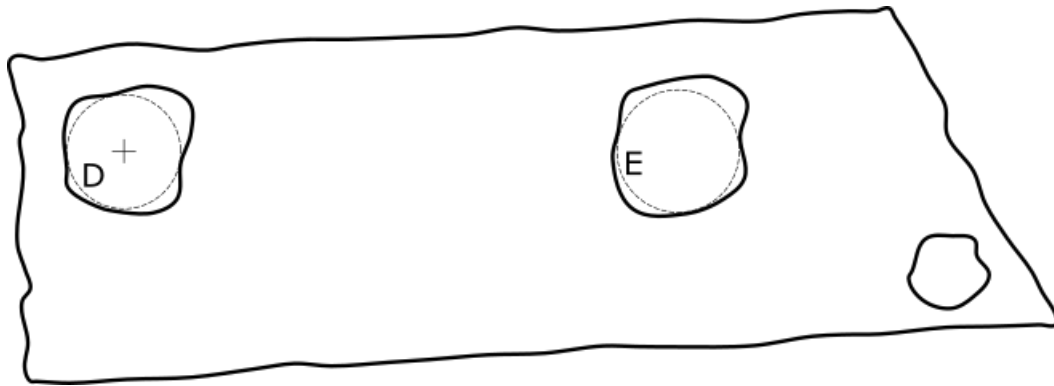
Ein häufig anzutreffender Bezugsrahmen ist die primäre Bezugsebene, gefolgt von einem sekundären Bezugszylinder, gefolgt von einem tertiären Bezugszylinder. Hier ist eine Illustration einer Spezifikation, bei der die primäre Bezugsebene A, der sekundäre Bezugszylinder D und der tertiäre Bezugszylinder E ist:



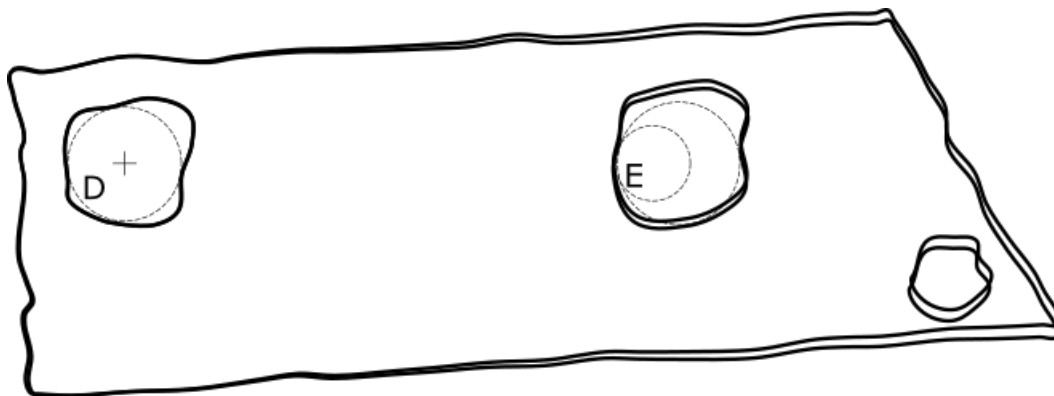
Nach ASME (oder nach ISO mit einem [DF]-Modifikator auf dem tertiären Nullpunkt) sind der sekundäre und der tertiäre Nullpunkt nominell zueinander angeordnet. Daraus ergibt sich der folgende Bezugsrahmen:



Unter ISO (oder unter ASME mit einem Übersetzungsmodifikator auf dem tertiären Bezug) gibt es keine Lagebeschränkungen zwischen dem sekundären Bezug D und dem tertiären Bezug E. Daraus ergibt sich der folgende Bezugsrahmen für den Bezug, der eine andere Rotation hat:



Der Unterschied zwischen den beiden Bezugsrahmen ist leichter zu erkennen, wenn sie einander überlagert werden:



Bezugszylinder ohne Flächendaten und flächenlose Achsen

In seltenen Anwendungen wird ein Bezugszylinder oder eine Achse definiert, die keine Fläche hat. Zum Beispiel ein Bezugszylinder, der drei Stifte umschreibt. PC-DMIS unterstützt Anwendungen wie diese, indem es Bezugselementtypen zulässt, die keine Flächendaten haben.

Wenn ein primärer Bezugszylinder oder eine Achse keine Flächendaten hat, verwendet der Befehl "Geometrische Toleranz" die MESS-Werte des Zylinders oder der Achse als Bezugssimulator.

Wenn ein sekundärer oder tertiärer Bezugszylinder oder eine Achse keine Flächendaten besitzt, konstruiert der Befehl "Geometrische Toleranz" eine gemessene Achse, die so nah wie möglich an der MESS-Achse liegt, während sie nominell an die höherwertigen Bezugssimulatoren gebunden ist.

- Bei ASME-Nullpunktszylindern oder -achsen ohne Flächendaten, die keinen Verschiebungsmodifikator haben, und bei ISO-Nullpunktszylindern

oder -achsen ohne Flächendaten, die einen [DF]-Modifikator haben, ist der Nullpunktsimulator nominell an den höherrangigen Nullpunktsimulatoren angeordnet und ausgerichtet.

- Bei ASME-Bezugszylindern oder -achsen ohne Flächendaten, die einen Translationsmodifikator haben, und bei ISO-Bezugszylindern oder -achsen ohne Flächendaten orientiert sich der Bezugssimulator nominell an den übergeordneten Bezugssimulatoren (es sei denn, ein [DF]-Modifikator ist vorhanden).

Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugszylindern oder -achsen ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.

Weitere Informationen zu den Zylindern mit und ohne Flächendaten sowie zu den Elementtypen, die flächenlose Achsen darstellen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Querschnitte der Bezugszylinder

Der geometrische Toleranzbefehl behandelt Bezugskreise als einen Querschnitt einer zylindrischen Fläche. Während PC-DMIS einen Kreis auf einer nicht-zylindrischen Fläche messen kann, behandelt der geometrische Toleranzbefehl Bezugskreise immer als von einer zylindrischen Fläche kommend. Daher gelten hier die obigen Abschnitte über Bezugszylinder. Zum Beispiel ist der eigentliche Bezugssimulator eine ganze Zylinderfläche. Im Gegensatz dazu ist der Simulator für den gemessenen Bezug ein Querschnitt einer zylindrischen Fläche. Dies liegt daran, dass nur ein Querschnitt der Fläche gemessen wurde. Das bedeutet, dass die gemessenen Algorithmen (Hohlraumfilterung und Anpassung) alle zweidimensional statt dreidimensional sind (Flächendaten werden für ISO-Bezugskreise gefiltert, nicht für ASME). Das bedeutet auch, dass es nicht empfehlenswert ist, einen Kreis als primären Bezugspunkt zu verwenden. Genauer gesagt, sollten Sie einen Kreis erst dann als Bezugspunkt verwenden, wenn höherrangige Bezüge den Vektor der Zylinderachse definiert haben.

PC-DMIS erlaubt es jedoch, Kreise als primären Bezugspunkt zu verwenden. In diesem Fall nivelliert PC-DMIS die Ansicht des Kreises, bevor der Bezugskreis selbst berücksichtigt wird. Die Ansicht eines Kreises ist sein Nennflächenvektor. Da Kreise nicht als primärer Bezug empfohlen werden, zeigt PC-DMIS eine Warnmeldung an, wie in "Fehlerbehebung bei Fehlermeldungen und Warnungen" beschrieben. Es mag kontraintuitiv erscheinen, aber eine primäre Bezugslinie auf einem Kreis schränkt fünf Freiheitsgrade ein (Drehungsinvarianzklasse), während eine primäre Bezugsebene nur vier Freiheitsgrade einschränkt (Zylinderinvarianzklasse). Das heißt, wenn Sie weniger Bezüge messen, schränken Sie tatsächlich mehr Freiheitsgrade ein. Das liegt daran,

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet

dass Sie die Ansicht des Kreises zu einem impliziten Bezugspunkt machen, der einen höheren Vorrang als alle Bezüge in Ihrem Toleranzrahmen hat.

Wenn Sie einen Kreis als primären Bezugspunkt verwenden, kann die Warnung nicht ausgeschaltet werden. Dies liegt daran, dass wir dringend empfehlen, keine Kreise als primäre Bezüge zu verwenden. PC-DMIS unterstützt diesen Fall jedoch für Legacy-Anwendungen. Stattdessen empfehlen wir Ihnen, zuerst die Bezugsebene zu messen und diese als primären Bezug zu verwenden. Messen Sie dann einen Zylinder oder Kreis als sekundären Bezug.

Aus den in "Bezugszylinder mit Flächendaten nach ISO 1101" besprochenen Gründen sind die Bezugskreise im geometrischen Toleranzbefehl, die sich auf ISO 1101 beziehen, für die Bezugsberechnungstypen **STANDARD** und **CL2** die gleichen.

Wir empfehlen Ihnen nicht, Kreise für Bezugselemente zu verwenden, es sei denn, Sie wissen bereits, dass der Orientierungsfehler zwischen Bezügen höherer Priorität und der durch einen Kreis dargestellten zylindrischen Fläche sehr gering ist. Stattdessen empfehlen wir, dass Sie, wann immer möglich, Zylinderelemente zur Darstellung der zylindrischen Fläche verwenden.

PC-DMIS behandelt Bezugskreise ohne Flächendaten in etwa ähnlich wie Bezugszylinder ohne Flächendaten. Der Befehl "Geometrische Toleranz" konstruiert einen gemessenen Zylinderquerschnitt, der dem MESS-Zylinderquerschnitt so nahe wie möglich kommt, während er sich nominell an den übergeordneten Bezügen orientiert.

- Bei ASME-Bezugskreisen ohne Flächendaten, die keinen Verschiebungsmodifikator haben, und bei ISO-Bezugskreisen ohne Flächendaten, die einen [DF]-Modifikator haben, wird der Bezugssimulator nominell an den übergeordneten Bezugssimulatoren angeordnet und ausgerichtet.
- Bei ASME-Bezugskreisen ohne Flächendaten, die keinen Verschiebungsmodifikator haben, und bei ISO-Bezugskreisen ohne Flächendaten, die keinen [DF]-Modifikator haben, wird der Bezugssimulator nominell an den übergeordneten Bezugssimulatoren angeordnet und ausgerichtet.

Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugskreise ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.

Weitere Informationen zu Kreisen mit oder ohne Flächendaten, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugsbreiten unter ASME Y14.5

Für Breiten wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ASME Y14.5.1 - 2019 definiert. Eine perfekter Breite wird unter Verwendung der kleinsten Quadrate an die tatsächliche Fläche angepasst.

Es gibt keine Hohlraumfilterung. Durch diese Passform ist der Simulator außerhalb des Materials und maximiert gleichzeitig den Kontakt und die Stabilität. In Fällen, in denen die tatsächliche Fläche schaukeln würde, ergibt die eingeschränkte Definition der kleinsten Quadrate eine stabilisierte Lösung.

Sekundäre und tertiäre tatsächlichen Bezugsbreitensimulatoren sind nominell in Ausrichtung und Lage auf Simulatoren höherer Präzedenz beschränkt. Wenn ein Übersetzungsmodifikator vorhanden ist, sind sekundäre oder tertiäre Bezugsbreiten im Vergleich zu Bezugssimulatoren höherer Präzedenz nicht in ihrer Lage eingeschränkt, aber sie bleiben in ihrer Ausrichtung eingeschränkt.

Alle Breiten in PC-DMIS haben Flächendaten. PC-DMIS berechnet eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption.

Wenn möglich, verwenden Sie den Typ 3D-Breite. Dies liegt daran, dass er die gesamte Breitenfläche darstellt. Wenn die Breite zu flach ist, um als 3D-Breite gemessen zu werden, können Sie eine 2D-Breite als sekundären oder tertiären Bezug verwenden. Sie können eine 2D-Breite erst dann als Bezug verwenden, wenn höherrangige Bezüge die Arbeitsebene der 2D-Breite definiert haben. Für 2D-Breiten als Bezüge gelten die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie unter "Bezugsebenen-Querschnitte" beschrieben.

Wenn die Breite zu klein ist, um selbst als 2D-Breite verwendet zu werden, können Sie eine 1D-Breite als tertiären Bezug verwenden. Bezüge mit höherer Priorität müssen die Ausrichtung der 1D-Breitenfläche vollständig definiert haben. Für 1D-Breiten gelten die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie unter "Bezugsebenen-Beispiele" beschrieben.

Bezugsbreiten unter ISO 1101

Für Breiten wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ISO 5459 - 2011 definiert, wobei die Phrase "zugehöriges Bezugselement" verwendet wird. Die eigentliche Fläche wird gefiltert, um Dellen und andere Hohlräume zu entfernen, und dann wird eine perfekte Breite auf die gefilterte Fläche mit Hilfe einer Formel mit maximalem (innere Breite) oder minimalem Umfang (äußere Breite) angepasst. Durch diese Einpassung ist der Simulator außerhalb des Materials und kann als eine passende Hülle betrachtet werden.

Leider sind Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, und somit verwendet PC-DMIS, mit dem Datumberechnungstyp **STANDARD**, einen Algorithmus

der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen. Der beschränkte Algorithmus der kleinsten Quadrate erzeugt fast den gleichen Durchmesser wie eine reine Inkreis oder Umkreis, aber der Algorithmus ist viel stabiler. Daher sind die Datumberechnungstypen **STANDARD** und **CL2** für diese Art von Bezugselementen gleich.

Sekundäre und tertiäre Simulatoren der tatsächlichen Bezugsbreiten sind nominell in ihrer Ausrichtung auf Simulatoren mit höherem Bezug beschränkt. Sie sind im Vergleich zu höherrangigen Bezugssimulatoren nicht eingeschränkt, es sei denn, das Datum hat einen [DF]-Modifikator. Wenn der Bezugspunkt mit einem [DF]-Modifikator versehen ist, sind die Simulatoren nominell in Ausrichtung und Lage an die höherrangigen Bezugspunktsimulatoren gebunden.

Alle Breiten in PC-DMIS haben Flächendaten. PC-DMIS berechnet eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption.

Wenn möglich, verwenden Sie den Typ 3D-Breite. Dies liegt daran, dass er die gesamte Breitenfläche darstellt. Wenn die Breite zu flach ist, um als 3D-Breite gemessen zu werden, können Sie eine 2D-Breite als sekundären oder tertiären Bezug verwenden. Sie können eine 2D-Breite erst dann als Bezug verwenden, wenn höherrangige Bezüge die Arbeitsebene der 2D-Breite definiert haben. Für 2D-Breiten als Bezüge gelten die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie unter "Bezugsebenen-Querschnitte" beschrieben.

Wenn die Breite zu klein ist, um selbst als 2D-Breite verwendet zu werden, können Sie eine 1D-Breite als tertiären Bezug verwenden. Bezüge mit höherer Priorität müssen die Ausrichtung der 1D-Breitenfläche vollständig definiert haben. Für 1D-Breiten gelten die gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie unter "Bezugsebenen-Beispiele" beschrieben.

Bezugslöcher und -kerben

In manchen Fällen ist es sinnvoll, einen Loch- oder Kerbbefehl als sekundären oder tertiären Bezugspunkt zu verwenden. Der Geometrische Toleranzbefehl behandelt Bezugslöcher und -kerben wie 2D-Breiten ohne Flächendaten. Obwohl die Befehle für Löcher und Kerben in der Regel über Flächendaten verfügen, erfassen sie nicht genügend Flächendaten an den richtigen Stellen, um diese Flächendaten in einem geometrischen Toleranzkontext zu verwenden. Daher behandelt der Geometrische Toleranzbefehl Löcher und Kerben als 2D-Breiten ohne Flächendaten.

Wenn Sie Löcher und Kerben ohne Modifikator als Bezugspunkt verwenden, behandelt PC-DMIS sie wie eine Mittellinie: ein Bezugsebenen-Querschnitt, der keine Flächendaten enthält. Wenn Sie sie als Bezugspunkt mit einem Materialmodifikator **(M)** oder **(L)** verwenden, behandelt PC-DMIS Löcher und Kerben ähnlich wie eine 2D-Breite ohne Flächendaten behandelt werden würde. Weitere Informationen finden Sie unter "Bezüge mit Materialmodifikator".



Seien Sie vorsichtig mit Bezugslöchern und -kerben.

Sie sollten sie nur verwenden, wenn Sie bereits wissen, dass die Form der Elements sehr gut ist. Wenn Sie vermuten, dass der hergestellte Formfehler erheblich sein könnte, verwenden Sie keinen Loch- oder Kerbbefehl. Führen Sie stattdessen einen Scan um den Umfang des Elements durch und tolerieren Sie dann die Form, Ausrichtung und Lage des Elements mit einer Toleranz Profil einer Linie.

Wenn Sie das Element als Bezugspunkt referenzieren müssen, verwenden Sie anstelle eines Lochs oder einer Kerbe eine konstruierte 2D- oder 3D-Breite (mit Flächendaten).

Bezugskegel mit Flächendaten nach ASME Y14.5

Für Kegel wird der tatsächliche Bezugskegelsimulator durch ASME Y14.5.1 - 2019 unvollständig definiert. Ein perfekter Kegel wird unter Verwendung der kleinsten Quadrate an die tatsächliche Fläche angepasst.

Es gibt keine Hohlraumfilterung. Durch diese Passform ist der Simulator außerhalb des Materials und maximiert gleichzeitig den Kontakt und die Stabilität. In Fällen, in denen die tatsächliche Fläche schaukeln würde, ergibt die eingeschränkte Definition der kleinsten Quadrate eine stabilisierte Lösung.

ASME Y14.5 legt fest, dass primäre Bezugskegel fünf Freiheitsgrade einschränken: drei Freiheitsgrade der Übersetzung und zwei Freiheitsgrade der Rotation. Es bleibt nur ein einziger Grad der Rotation übrig (Rotation um die Kegelachse). Leider sind ASME Y14.5 und Y14.5.1 in der Frage, wie die Übersetzung entlang der Achse eingeschränkt ist, mehrdeutig (es gibt mehrere mögliche Interpretationen, von denen jede eine andere eingeschränkte Übersetzung entlang der Achse ergibt). Darüber hinaus sind nach unserer Erfahrung die meisten Zeichnungen, die sich auf Bezugskegel beziehen, dazu bestimmt, nur die Achse des Kegels als Bezug zu verwenden. Daher behandelt der geometrische Toleranzbefehl PC-DMIS alle Bezugskegel als reine Achse. Das bedeutet, dass sie höchstens vier Freiheitsgrade einschränken (nicht die Übersetzung entlang des Kegels).

Unter ASME Y14.5 passt der geometrische Toleranzbefehl Bezugskegel so ein, dass sowohl der mittlere Durchmesser als auch der Kegelwinkel optimiert werden.

Sekundäre und tertiäre tatsächlichen Bezugskegelsimulatoren sind nominell in Ausrichtung und Lage auf Simulatoren höherer Präzedenz beschränkt. Wenn ein Übersetzungsmodifikator vorhanden ist, sind sekundäre oder tertiäre Bezugskegel im Vergleich zu Bezugssimulatoren höherer Präzedenz nicht in ihrer Lage eingeschränkt, aber sie bleiben in ihrer Ausrichtung eingeschränkt.

Wenn Bezugskegel über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Weitere Informationen zu Kegeln mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugskegel mit Flächendaten nach ISO 1101

Für Kegel wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ISO 5459 : 2011 definiert. Ein perfekter Kegel wird an die tatsächliche Fläche unter Verwendung von beschränktem Min-Max. angepasst. Die tatsächliche Fläche wird gefiltert, um Dellen und andere Hohlräume zu entfernen, und dann wird ein perfekter Kegel an die gefilterte Fläche unter Verwendung von beschränktem Min-Max. angepasst. Durch diese Anpassung befindet sich der Simulator außerhalb des Materials, wobei die Tiefpunkte der gefilterten Fläche so nah wie möglich am tatsächlichen Bezugssimulator liegen. ISO 5459 : 2011 spezifiziert weiter, dass der Kegelwinkel auf nominal (nicht optimiert) festgelegt ist.

ISO 5459 legt fest, dass primäre Bezugskegel fünf Freiheitsgrade einschränken: drei Freiheitsgrade der Übersetzung und zwei Freiheitsgrade der Rotation. Es bleibt nur ein einziger Grad der Rotation übrig (Rotation um die Kegelachse). Leider führt dies zu einer instabilen Übersetzung entlang der Kegelachse. Das liegt daran, dass kleine Änderungen des tatsächlichen Kegeldurchmessers häufig zu großen Änderungen der definierten Übersetzung entlang der Kegelachse führen. Darüber hinaus sind nach unserer Erfahrung die meisten Zeichnungen, die sich auf Bezugskegel beziehen, so angelegt, dass nur die Achse des Kegels als Bezug verwendet wird. Daher behandelt der geometrische Toleranzbefehl PC-DMIS alle Bezugskegel als reine Achse: sie beschränken nur maximal vier Freiheitsgrade (die Übersetzung entlang des Kegels ist frei). Dies entspricht der Annahme von PC-DMIS, dass der Modifikator [SL] auf allen Bezugskegeln (entweder implizit oder explizit) vorhanden ist.

Sekundäre und tertiäre Simulatoren der tatsächlichen Bezugskegel sind nominell in ihrer Ausrichtung auf Simulatoren mit höherem Bezug beschränkt. Sie sind im Vergleich zu höherrangigen Bezugssimulatoren nicht eingeschränkt, es sei denn, das Datum hat einen [DF]-Modifikator. Wenn der Bezugspunkt mit einem [DF]-Modifikator versehen ist, sind die Simulatoren nominell in Ausrichtung und Lage an die höherrangigen Bezugspunktsimulatoren gebunden.

Wenn Bezugskegel über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Weitere Informationen zu Kegeln mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugskegel ohne Flächendaten

Wenn ein Kegel ohne Flächendaten als Bezug referenziert wird, weil Kegel als reine Achsen behandelt werden, ist das Verhalten das gleiche wie oben unter

"Bezugszylinder ohne Flächendaten und flächenlose Achsen" beschrieben. Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugskegeln ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.

Weitere Informationen zu Kegeln ohne Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugskugeln mit Flächendaten nach ASME Y14.5

Für Kugeln wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ASME Y14.5.1 - 2019 definiert. Eine perfekte Kugel wird unter Verwendung der kleinsten Quadrate an die tatsächliche Fläche angepasst.

Es gibt keine Hohlraumfilterung. Durch diese Passform ist der Simulator außerhalb des Materials und maximiert gleichzeitig den Kontakt und die Stabilität. In Fällen, in denen die tatsächliche Fläche schaukeln würde, ergibt die eingeschränkte Definition der kleinsten Quadrate eine stabilisierte Lösung.

Sekundäre und tertiäre tatsächlichen Bezugskugelsimulatoren sind nominell in Ausrichtung und Lage auf Simulatoren höherer Präzedenz beschränkt, es sei denn, es ist ein Übersetzungsmodifikator vorhanden. Der Grund dafür ist, dass Kugeln keine Orientierung haben und daher nicht in der Ausrichtung auf höherrangige Bezüge eingeschränkt sind.

Wenn Bezugskugeln über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Details zu Kugeln mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugskugeln mit Flächendaten nach ISO 1101

Für Kugeln wird der tatsächliche Bezugssimulator durch ISO 5459 - 2011 definiert, wobei die Phrase "zugehöriges Bezugselement" verwendet wird. Die eigentliche Fläche wird gefiltert, um Dellen und andere Hohlräume zu entfernen, und dann wird eine perfekte Kugel auf die gefilterte Fläche mit Hilfe einer Formel mit maximalem (innere Kugel) oder minimalem Umfang (äußere Kugel) angepasst. Durch diese Einpassung ist der Simulator außerhalb des Materials und kann als eine passende Hülle betrachtet werden.

Leider sind Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, und somit verwendet PC-DMIS, mit dem Datumberechnungstyp **STANDARD**, einen Algorithmus

der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen. Der beschränkte Algorithmus der kleinsten Quadrate erzeugt fast den gleichen Durchmesser wie eine reine Inkreis oder Umkreis, aber der Algorithmus ist viel stabiler. Daher sind die Datumberechnungstypen **STANDARD** und **CL2** für diese Art von Bezugselementen gleich.

Sekundäre und tertiäre tatsächliche Bezugskugeln sind im Vergleich zu Bezugssimulatoren mit höherem Vorrang weder in ihrer Lage noch in ihrer Ausrichtung eingeschränkt, es sei denn, der Bezugspunkt hat einen [DF]-Modifikator. Der Grund dafür ist, dass Kugeln keine Orientierung haben und daher nicht in der Ausrichtung auf höherrangige Bezüge eingeschränkt sind. Wenn der Bezug einen [DF]-Modifikator hat, sind die Simulatoren nominell an die höherrangigen Bezugssimulatoren gebunden.

Wenn Bezugskugeln über Flächendaten verfügen, berechnet PC-DMIS eine gemessene Annäherung an den tatsächlichen Bezug unter Verwendung dieser Flächendaten und unter Verwendung der gewählten Bezugsberechnungsoption. Weitere Informationen zu Kugeln mit Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugskugeln ohne Flächendaten und flächenlose 3D-Punkte

In seltenen Anwendungen wird eine Bezugskugel oder 3D-Punkt definiert, die bzw. der keine Fläche hat. Zum Beispiel eine Bezugskugel, die drei Kugel umschreibt. PC-DMIS unterstützt Anwendungen wie diese, indem es Bezugselementtypen zulässt, die keine Flächendaten haben.

Wenn eine primäre Bezugskugel oder ein flächenloser 3D-Punkt keine Flächendaten hat, verwendet der geometrische Toleranzbefehl die MESS-Werte des Kugel als Bezugssimulator.

Wenn eine sekundäre oder tertiäre Bezugskugel oder ein flächenloser 3D-Punkt keine Flächendaten hat, verwendet der geometrische Toleranzbefehl die MESS-Werte des Kugel als Bezugssimulator. Bei ASME-Bezugskugeln oder flächenlosen 3D-Punkten ohne Flächendaten, die keinen Verschiebungsmodifikator haben, und bei ISO-Bezugskugeln mit einem [DF]-Modifikator wird eine Neupositionierung so vorgenommen, dass der Schwerpunkt minimal verschoben wird und der Bezugssimulator nominell zu höherrangigen Bezugssimulatoren positioniert ist.

Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugskugeln oder flächenlosen 3D-Punkten ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.

Weitere Informationen zu den Kugeln ohne Flächendaten sowie zu den Elementtypen, die flächenlose 3D-Punkte darstellen, finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".

Bezugsmuster

Bezugsmuster bestehen aus Elementen der Größe (Zylinder, Kreise, Breiten und Kugeln), die die gleiche Nennweite und Größentoleranz haben und alle innen oder alle außen liegen. Die Bezugssimulatoren für das Muster sind nominell orientiert und in Bezug zueinander angeordnet.

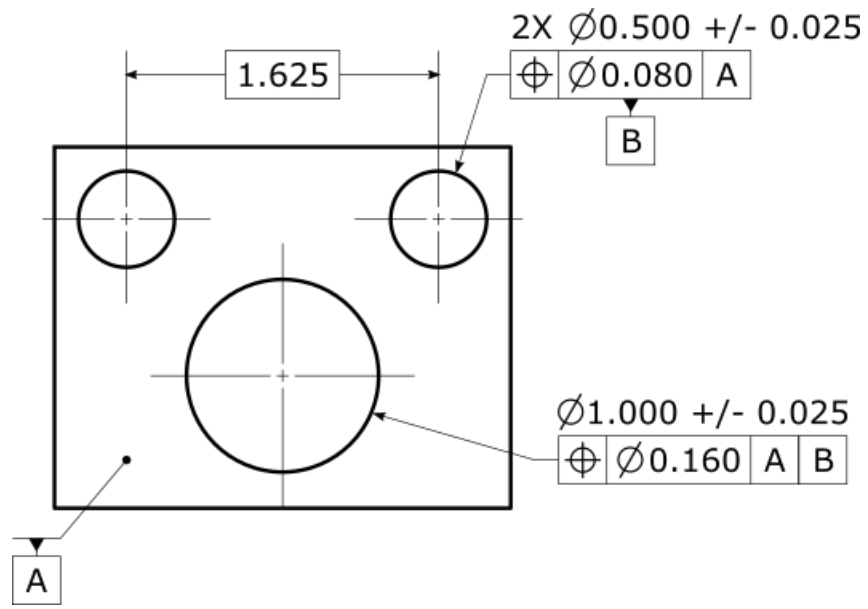
Unter ASME Y14.5 sind die Größen der Simulatoren aufeinander abgestimmt, da die Nenngrößen und Größentoleranzen sowie die Innen- und Außenoptionen gleich sind. Dies liegt daran, dass Paragraph 7.12.4 von ASME Y14.5 2018 besagt, dass die Simulatoren gleichzeitig wachsen und schrumpfen müssen. Der Satz tatsächlicher Bezugssimulatoren wird durch eine beschränkte Anpassung der kleinsten Quadratedefiniert. Die Einpassung wird gleichzeitig auf die Flächen der Elemente angewendet, wobei die nominale Position und Orientierung zwischen den einzelnen Simulatoren sowie die Größenanpassung beibehalten werden. Es gibt keine Hohlraumfilterung.

In ISO 5459 wird nicht klar angegeben, ob die Simulatoren übereinstimmende Größen oder unabhängige Größen haben müssen. In unserer Interpretation sind die Größen für ISO-Datumsimulatoren innerhalb eines Musters unabhängig. Siehe das Beispiel nach Abschnitt 6.2.3 von ISO 5459 : 2011 sowie die Abbildung A.8, die unsere Interpretation beeinflusst hat. Der Satz tatsächlicher Bezugssimulatoren wird durch eine beschränkte Min-Max-Anpassung definiert. Die Anpassung wird gleichzeitig auf die mit Hohlraum gefilterten Flächen der Elemente angewendet, wobei die nominale Position/Orientierung zwischen den einzelnen Simulatoren beibehalten wird, die Größen jedoch unabhängig voneinander variieren können.

Abbildungen von Bezugsmustern

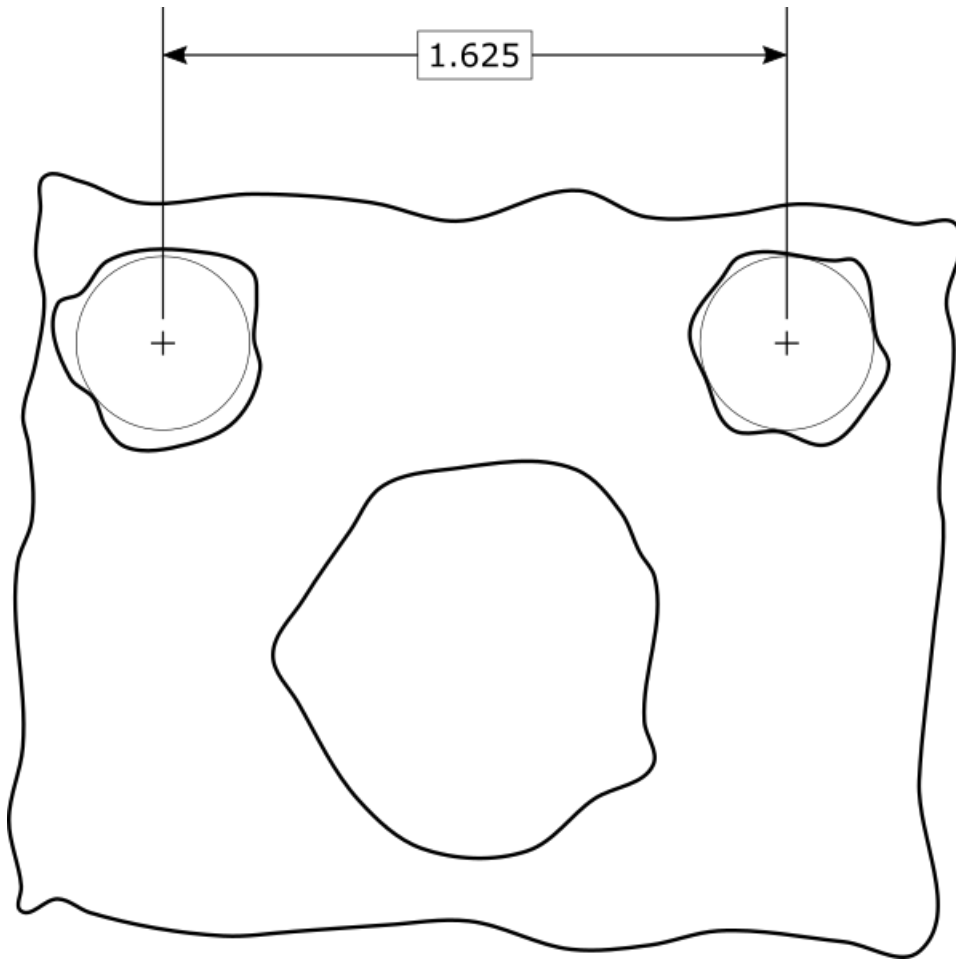
Angenommen, Sie hätten die folgende Spezifikation:

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet



ASME

Angehts der obigen Spezifikation ist der tatsächliche Bezugsrahmen A | B unter ASME vollständig eingeschränkt und sieht wie folgt aus:

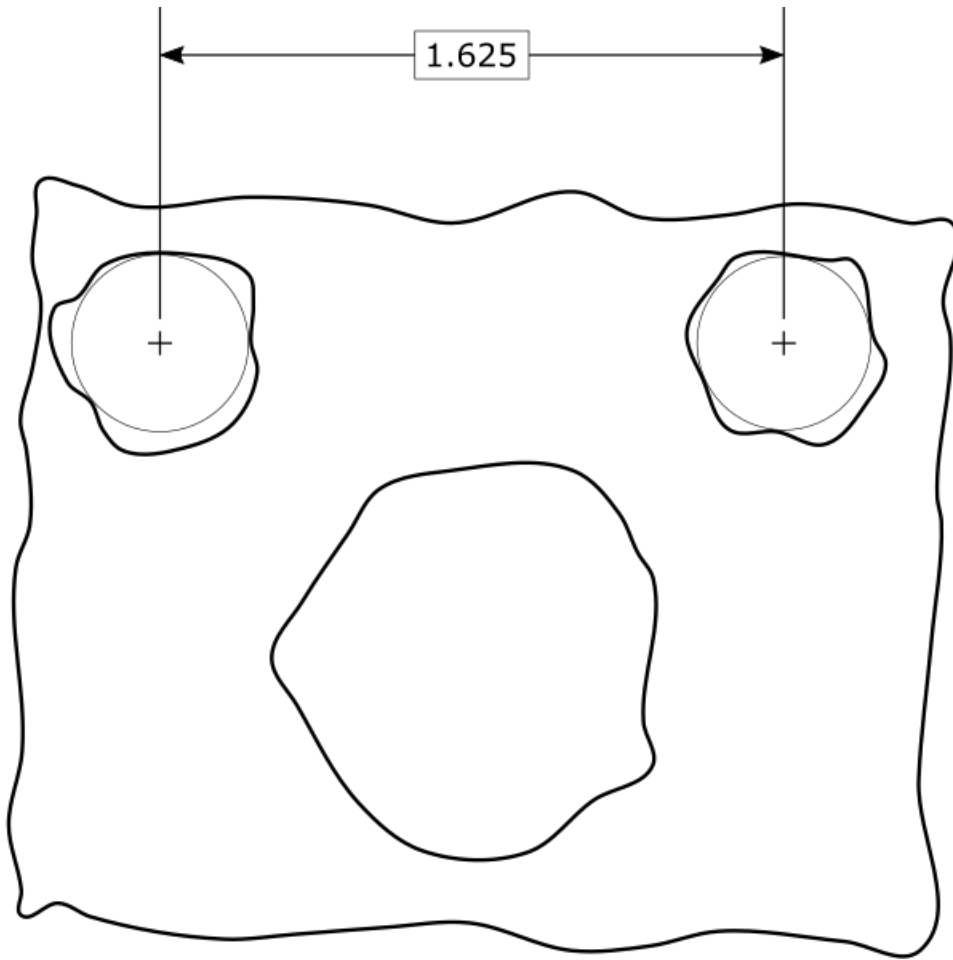


Beachten Sie, dass die Bezugssimulatoren des Musters nominell zueinander stehen und die gleiche Größe haben.

ISO

Angeichts der obigen Spezifikation ist der tatsächliche Bezugsrahmen A | B unter ISO auch vollständig eingeschränkt und sieht wie folgt aus:

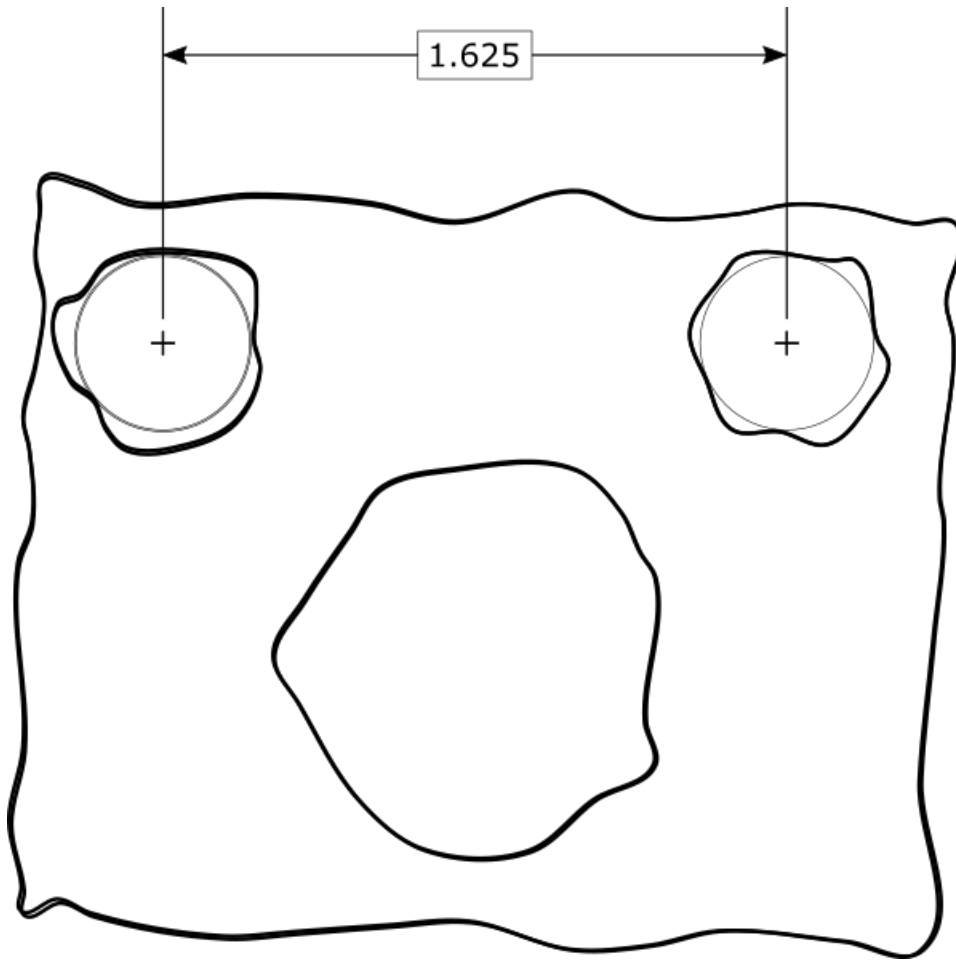
Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet



Beachten Sie, dass die Bezugssimulatoren des Musters nominell zueinander stehen, aber nicht die gleiche Größe haben. Die Gesamttrotation ist zwischen ASME und ISO unterschiedlich, da die Bezugsgrößen unterschiedlich sind.

ASME und ISO überlagert

Es ist einfacher, den Unterschied zwischen ASME und ISO zu erkennen, wenn die beiden obigen Bilder überlagert werden:



Allgemeine Bezüge: Koaxiale Zylinder

Ein allgemeiner Bezug von mehreren koaxialen Zylindern verwendet einen Bindestrich in der Bezugsreferenz, z. B. A-B oder A-D-F. In der Regel unterscheiden sich diese Elemente zwischen den Zylindern: die Nennmaße, die Größentoleranz oder der Innen- oder Außen-Zustand. Die Bezugssimulatoren für das Muster sind nominell orientiert und in Bezug zueinander angeordnet. Das bedeutet, dass die Simulatoren koaxial sind.

Unter ASME Y14.5 sind die Größen der Simulatoren aufeinander bezogen, aber normalerweise nicht aufeinander abgestimmt. Paragraph 7.12.4 von ASME Y14.5 2018 besagt, dass die Simulatoren gleichzeitig von ihren jeweiligen MMBs zu ihren LMBs wachsen und schrumpfen müssen. Der Satz tatsächlicher Bezugssimulatoren wird durch eine beschränkte kleinste Quadrate definiert, die gleichzeitig an die Flächen der Elemente angepasst werden. Die Passung behält auch diese bei: die nominale Position und Orientierung zwischen den einzelnen Simulatoren und die Größen, die durch das gleichzeitige Wachsen oder Schrumpfen vom MMB zum LMB zusammenhängen. Es gibt keine Hohlraumfilterung.



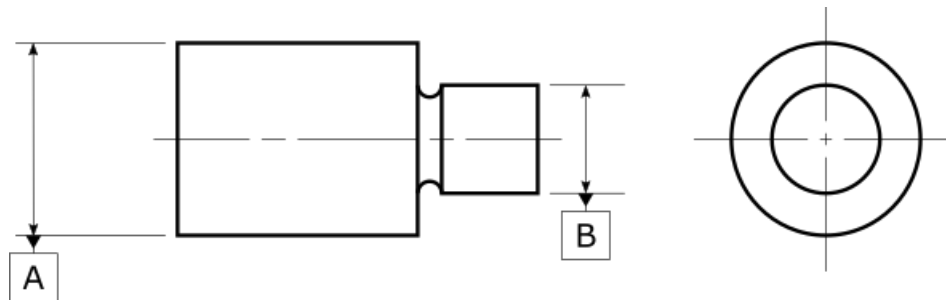
Damit PC-DMIS die Simulatorgrößen gleichzeitig korrekt vergrößern oder verkleinern kann, müssen Sie die Größentoleranzen und geometrischen Toleranzen für Bezüge erstellen, *bevor* Sie geometrische Toleranzen zulassen, die sich auf diese Bezüge beziehen. Das heißt, dass die Toleranzen am Bezug früher in der Messroutine liegen müssen als die geometrischen Toleranzen, die sich auf den Bezug beziehen.

Wenn Sie später eine Größentoleranz an einem Bezug bearbeiten, müssen Sie sicherstellen, dass alle nachfolgenden geometrischen Toleranzen, die sich auf diesen Bezug beziehen, die richtigen Größentoleranzinformationen für den Bezug haben.

In der ISO 5459 ist nicht eindeutig festgelegt, ob die Simulatoren zusammenhängende Größen oder unabhängige Größen haben müssen. In unserer Interpretation sind die Größen für ISO-Datumsimulatoren innerhalb eines allgemeinen Bezugs unabhängig. Siehe das Beispiel nach Abschnitt 6.2.3 von ISO 5459 : 2011 sowie die Abbildung A.8, die unsere Interpretation beeinflusst hat. Der Satz tatsächlicher Bezugssimulatoren wird gleichzeitig durch eine beschränkte Min-Max-Anpassung an die auf Hohlräume gefilterte Fläche der Elemente definiert. Diese Passung behält auch die nominale Position und Orientierung zwischen den einzelnen Simulatoren bei, aber sie erlaubt es, die Größen unabhängig voneinander zu variieren.

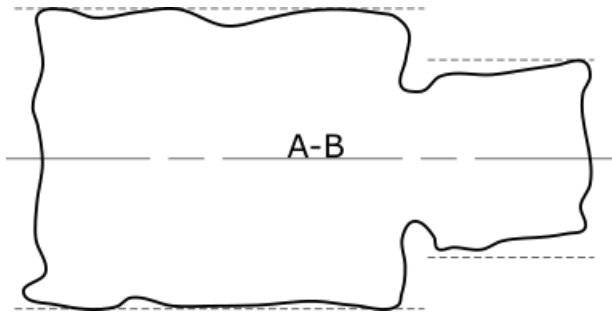
Abbildungen von koaxialer Bezüge

Angenommen, Sie hätten die folgende Spezifikation:



ASME

In diesem Fall würde der allgemeine Bezug A-B unter ASME so aussehen:



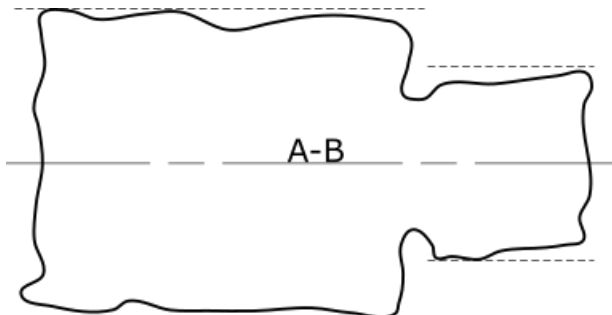
Beachten Sie, dass die A- und B-Simulatoren genau coaxial sind.

ISO

Mit der obigen Spezifikation würde sich der allgemeiner Bezug A-B unter ISO aus zwei Gründen unterscheiden:

1. Der weniger wichtige Grund ist, dass die ISO eine unabhängige Größe hat.
2. Der wichtigere Grund ist, dass die ISO-Zuordnung für gemeinsame Bezüge standardmäßig auf Min-Max beschränkt ist. Dadurch wird der Abstand zwischen den Tiefpunkten der gefilterten Bezugsflächen und den Simulatoren minimiert.

Der allgemeine Bezug unter ISO sieht wie folgt aus:



Allgemeine Bezüge: Versetzte parallele Ebenen

Ein allgemeiner Bezug von versetzten parallelen Ebenen verwendet einen Bindestrich in der Bezugsreferenz, z. B. A-B oder A-D-F. Die Bezugssimulatoren für das Muster sind nominell orientiert und in Bezug zueinander angeordnet. Das bedeutet, dass die Simulatoren parallel und um ihre nominellen Abstände versetzt angeordnet sein werden.

Unter ASME Y14.5 wird der Satz tatsächlicher Bezugssimulatoren durch eine beschränkte kleinste Quadrate definiert, die gleichzeitig an die auf Hohlräume gefilterten Flächen der Elemente angepasst werden. Bei dieser Anpassung wird auch die nominale Position/Orientierung zwischen den einzelnen Simulatoren beibehalten.

Unter ISO 1101 wird der Satz tatsächlicher Bezugssimulatoren durch eine beschränkte Min-Max-Anpassung an die nach Hohlräumen gefilterte Fläche der Elemente gleichzeitig definiert, wobei die nominale Position und Orientierung zwischen den einzelnen Simulatoren beibehalten wird.

Bezüge mit Materialmodifikator

Bezugszylinder, -kreise, -kugeln, -breiten, -löcher und -kerben können Materialmodifikatoren **M** oder **L** haben. Ein Materialmodifikator bewirkt, dass der geometrische Toleranzbefehl den Bezug anders behandelt als Bezüge, die diesen nicht haben.

Ohne einen Materialmodifikator schränkt der Bezug die normalen Freiheitsgrade vollständig ein.

Bei einem Materialmodifikator erfordert der Bezug lediglich, dass eine Materialbegrenzung in die Elementfläche passt oder dass die Elementfläche in eine Materialbegrenzung passt.

Das Verhalten ist ähnlich wie bei einem funktionalen Messgerät. In einem typischen Fall ist zum Beispiel der physische Bezugssimulator auf dem Messgerät ein Stift, der in die Bohrung des eigentlichen Werkstücks passen muss, aber innerhalb der Bohrung wackeln darf. Die normalen Freiheitsgrade sind also nicht vollständig eingeschränkt.

Der geometrische Toleranzbefehl nähert die Wechselwirkung zwischen der Grenze und der gemessenen Fläche. Sie tut dies mit einer Achse-in-Zone-Annäherung. Zunächst wird eine Flächenhülle berechnet. Dann wird die Achse der Flächenhülle so eingeschränkt, dass sie sich innerhalb einer Zone mit perfekter Form befindet. Die Größe der Flächenhülle und die Größe der Materialbegrenzung bestimmen die Größe der Zone. Die Zone ist nominell orientiert und befindet sich in Bezug auf Bezüge höherer Präzedenz. Die Zone ist wie das Element selbst: sphärisch für sphärische Elemente, diametrisch für zylindrische und kreisförmige Elemente und planar für Loch-, Kerben- und Breiterelemente. Hier verwenden wir das Konzept der "Achse der Flächenhülle" eher locker:

Für eine Bezugskugel ist es ein einzelner Punkt.

Für einen Bezugszylinder ist es eine Achse.

Für eine Bezugsbreite ist es eine mittlere Ebene.

Diese Achse-in-Zone-Annäherung ist in der Regel konservativ, es sei denn, der Orientierungsfehler der Anpassungshülle ist extrem. Es ist auch typischerweise eine ausgezeichnete Näherung, es sei denn, der Formfehler der Fläche ist extrem. Der konservative Charakter der Annäherung bedeutet, dass selbst wenn der Formfehler der Fläche extrem ist, der geometrische Toleranzbefehl keine fehlerhaften Werkstücke

akzeptiert, solange der Orientierungsfehler der Anpassungshülle nicht extrem ist. PC-DMIS verwendet diese Annäherung aus zwei Hauptgründen: (1) die Berechnungszeiten sind viel schneller, und (2) es benötigt keine dicht gemessene Bezugsfläche (obwohl wir immer empfehlen, Bezugsflächen dicht zu messen).

Bei Flächendaten ist der Bezugsberechnungstyp verfügbar. Für den Bezugsberechnungstyp **STANDARD** (und den Bezugsberechnungstyp **CL2** unter ISO) mit einem maximalen Materialmodifikator berechnet PC-DMIS die Flächenhülle außerhalb des Materials. Sie verwendet beschränkte kleinste Quadrate (es handelt sich um eine Anpassungshülle). Bei einem minimalen Materialmodifikator befindet sich die Flächenhülle im Inneren des Materials, aber PC-DMIS verwendet immer noch beschränkte kleinste Quadrate (es handelt sich um eine minimale Materialhülle). ISO-Bezüge mit der Bezugsberechnungsoption **DEFAULT** oder **CL2** filtern die Fläche vor der Anpassung auf Hohlräume, ASME-Bezüge hingegen nicht. Für den Datumsberechnungstyp **LSQ** verwendet die Flächenhülle ungeachtet des Materialmodifikators einfache ungefilterte kleinste Quadrate.

Wenn es keine Flächendaten gibt, wird das Element MESS als Flächenhülle verwendet. Listen der Elementtypen, die keine Flächendaten haben, finden Sie im Thema "Elementtypen mit und ohne Flächendaten". Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugselementen ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen. Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren.

Die Regeln zur Berechnung der Größe der Materialgrenze sind kompliziert; siehe "Bestimmen der Größe der Materialbegrenzung". Ein Druck gibt nur selten eine Materialbegrenzungsgröße an. Wenn sie angegeben wird, setzt sie die Regeln außer Kraft, die die Größe der Materialgrenze berechnen. Der geometrische Toleranzbefehl unterstützt dies: Zuerst klicken Sie auf **Erweiterte Modifikatoren** und geben dann eine Materialbegrenzungsgröße ein.



Damit PC-DMIS die Größe der Materialbegrenzung korrekt bestimmen kann, müssen Sie die Größentoleranzen und geometrischen Toleranzen für Bezüge erstellen, *bevor* Sie zulassen, dass sich geometrische Toleranzen auf diese Bezüge beziehen. Das heißt, dass die Toleranzen am Bezug früher in der Messroutine liegen müssen als die geometrischen Toleranzen, die sich auf den Bezug beziehen.

Wenn Sie später eine Größentoleranz an einem Bezug bearbeiten, müssen Sie sicherstellen, dass alle nachfolgenden geometrischen Toleranzen, die sich auf diesen Bezug beziehen, die richtigen Größentoleranzinformationen für den Bezug haben.

Sobald PC-DMIS die Flächenhülle und die Größe der Materialgrenze berechnet hat, ist die Größe der Zone die Differenz zwischen der Größe der Flächenhülle und der Größe der Materialgrenze:

Für innere Elemente mit einem maximalen Materialmodifikator und für äußere Elemente mit einem minimalen Materialmodifikator ist dies die Größe der Flächenhülle abzüglich der Größe der Materialbegrenzung.

Für äußere Elemente mit einem maximalen Materialmodifikator und für innere Elemente mit einem minimalen Materialmodifikator ist dies die Größe der Materialbegrenzung minus der Größe der Flächenhülle.

Die Bezugsflächenhüllachse muss für alle Bezüge mit niedrigerer Priorität und für Toleranzbereichsberechnungen, die diesen Bezug verwenden, in der Zone bleiben. Allerdings wird die Achse in der Zone nicht optimiert. Die Achse muss sich nur in der Zone befinden.

Eine Zonengröße von Null oder negativ bedeutet, dass der Bezug seine Größentoleranz verletzt. In der Welt der Funktionslehren würde in einem solchen Fall der Stift der Lehre nicht in die Bohrung des eigentlichen Werkstücks passen. In diesem Fall lässt der geometrische Toleranzbefehl nicht die Positions- oder Profiltoleranz versagen, nur weil der Bezug außerhalb der Toleranz liegt, sondern lässt die Größentoleranz des Bezuges den Bezug versagen. Anstatt die Positions- oder Profiltoleranz zu verfehlen, wird der Bezug ohne Materialmodifikator neu bewertet.

In einigen Fällen steht für eine sekundäre oder tertiäre Bezüge mit einem Materialmodifikator eine Übersetzung zur Verfügung. Dies trifft unter ISO immer zu, und ist auch unter ASME der Fall, wenn ein Übersetzungsmodifikator vorhanden ist. In diesem Fall darf sich der Toleranzbereich relativ zu Bezügen mit höherer Priorität bewegen, bis es die Hüllflächenachse optimal enthält. Danach wird seine Position relativ zu höherrangigen Bezügen festgelegt. Die Ausrichtung der Zone ist in Bezug auf höherrangige Bezüge immer noch nominal.

Die Ausdehnung der "Achse der Anpassungshülle" wird wie folgt definiert:

Für Kugelbezüge ist es der Mittelpunkt der Flächenhülle.

Für Bezugszylinder wird die Achse der Flächenumhüllung auf die Endflächen in der gleichen Weise extrapoliert wie das tolerierte Element. Weitere Informationen finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".

Für Kreisbezüge ist es der Mittelpunkt der Flächenhülle.

In Breitenbezüge werden die gemessenen Flächenpunkte auf die Mittelebene der Flächenhülle projiziert, und die Achse der Anpassungshülle ist das minimale konvexe Polygon, das alle projizierten Punkte enthält.

Bei Bezugslöchern wird die gemessene Mittellinie auf die Länge des Lochs extrapoliert.

Bei Bezugskerben wird die gemessene Mittellinie auf die Breite der Kerbe extrapoliert.

Bezugsmuster und allgemeine Bezüge von koaxialen Zylindern dürfen auch einen Materialmodifikator haben. In diesem Fall wird jede Flächenhülle und Zonengröße unabhängig berechnet. Dies maximiert die Genauigkeit der Achse-in-Zone-Annäherung. Die Zonen sind nominell ausgerichtet und liegen in Bezug zueinander.

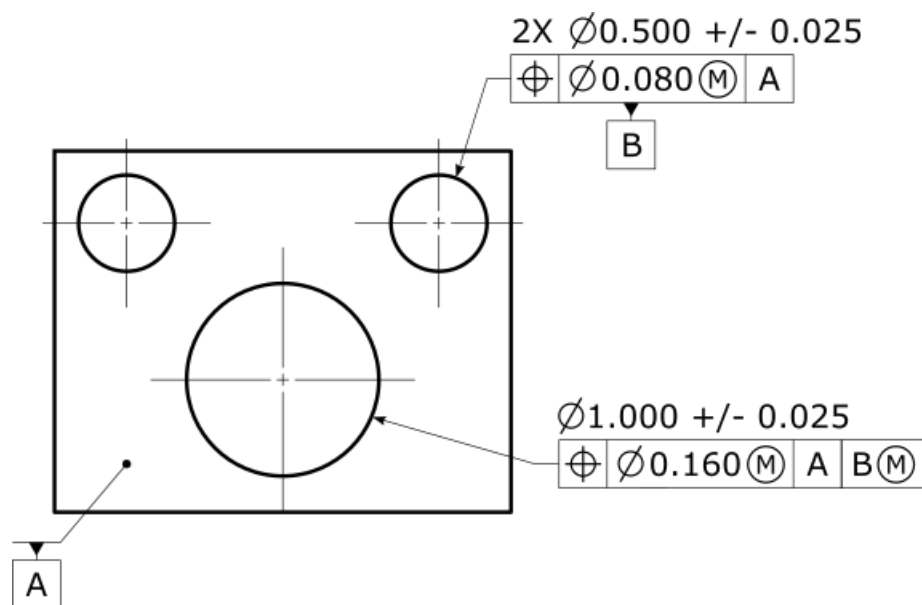
Wenn keine Übersetzung verfügbar ist (ASME ohne Übersetzungsmodifikator), sind die Zonen nominell orientiert und befinden sich in Bezug auf Bezüge höherer Präzedenz.

Wenn eine Übersetzung verfügbar ist (ob ASME mit einem Übersetzungsmodifikator oder ISO), können die Toleranzbereiche gemeinsam übersetzt werden, bis sie die Flächenhüllachsen optimal enthalten. Die Zonen bleiben jedoch nominell orientiert und in Bezug zueinander angeordnet, und sie bleiben nominell an höherrangigen Bezügen orientiert.

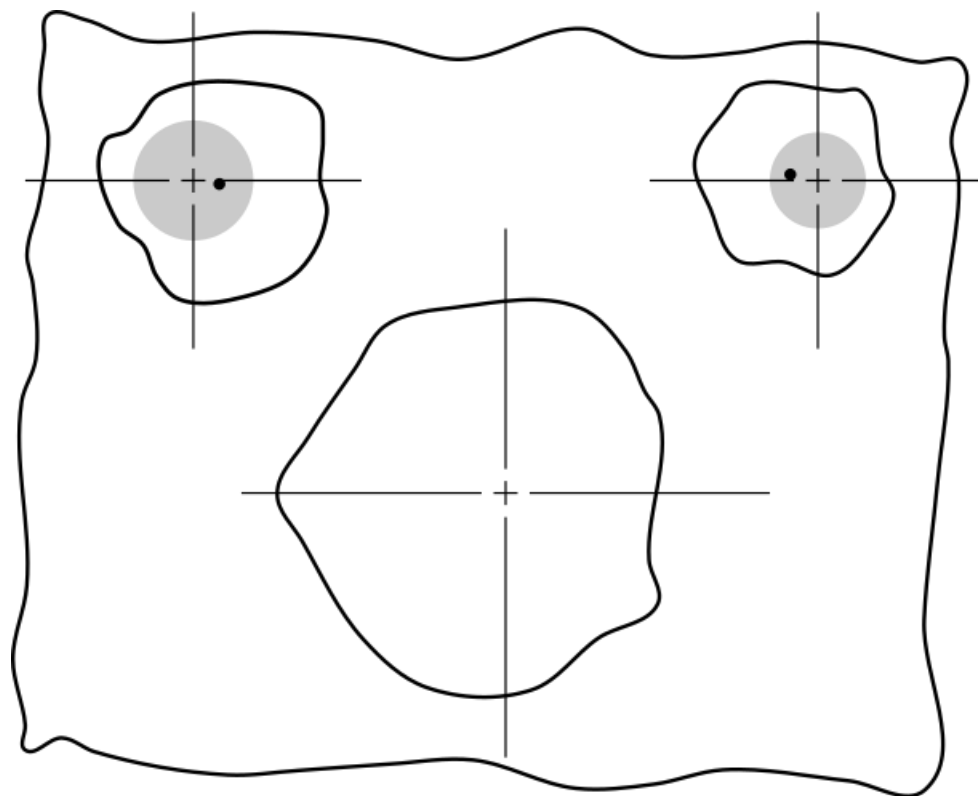
Abbildungen von Bezügen mit einem Materialmodifikator

Angenommen, Sie hätten die folgende Spezifikation unter Verwendung eines sekundären Bezugsmusters, auf das bei MMB verwiesen wird:

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet

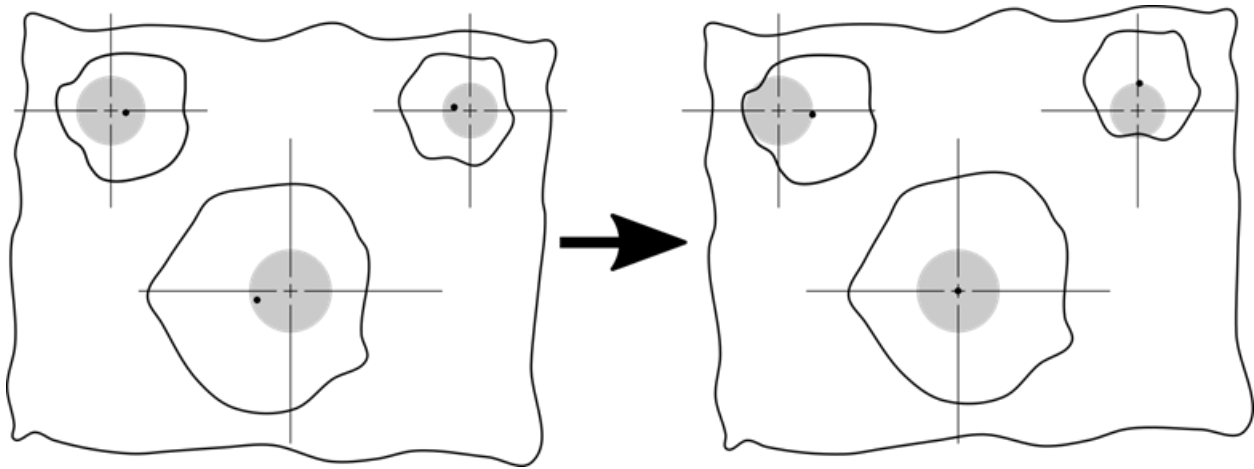


Das Lösen des Bezugsrahmens der Bezüge könnte zu dieser Abbildung führen:



Die durchgezogenen Linien sind die tatsächliche Fläche, die grau schattierten Bereiche stellen die Bezüge dar, und die kleinen Punkte stellen die Bezugsachse dar, die sich in der Zone befinden muss. Der linke Bezug hat eine größere Zone, weil die linke tatsächliche Bezugsbohrung größer ist. Die Größe der Zonen ist übertrieben, um zu zeigen, wie die Dinge funktionieren.

Da sich die Bezugsachsen innerhalb der Bezüge bewegen dürfen (aber nicht außerhalb der Bezüge), bedeutet dies, dass der Istwert für die Positionstoleranz Null sein kann. Hier ist eine Abbildung, wie dies funktioniert:

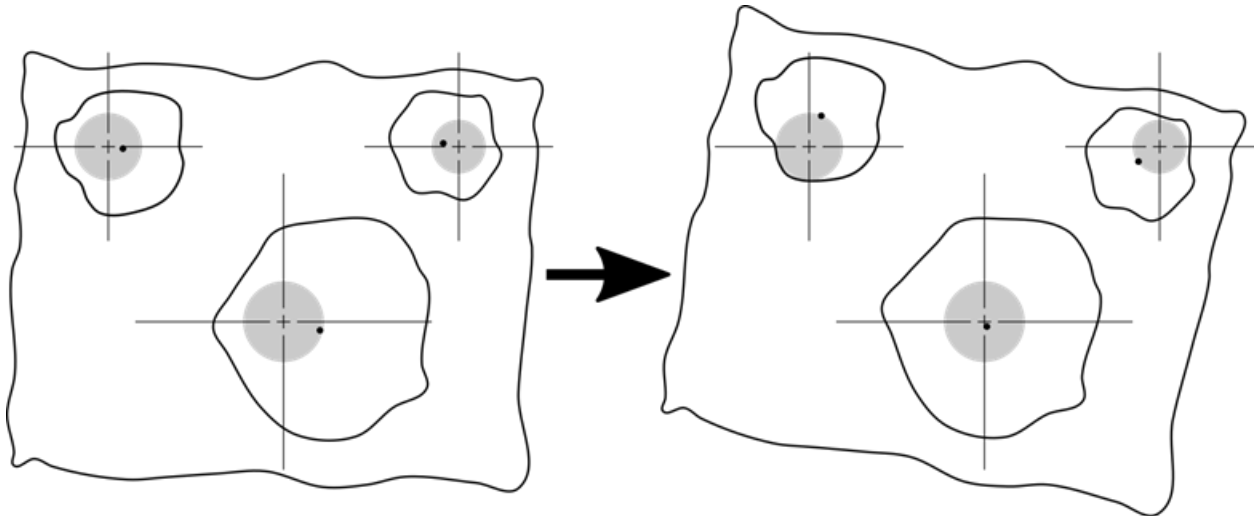


Links ist vor der Optimierung und zeigt die Achse und den Toleranzbereich der großen Bohrung. Rechts ist nach der Optimierung, wo die Achse der großen Bohrung auf eine perfekte Position optimiert wird (was einen Istwert von Null ergibt), während die Bezüge der Bezugsachsen gezwungen werden, innerhalb ihrer Zone zu bleiben, aber nicht optimiert werden.



Die Flächen werden zum besseren Verständnis gezeigt, aber sie beteiligen sich nicht an der Optimierung. Die Optimierung verwendet nur die Zonen und die Achsen.

Wenn die große Bohrung jedoch einen ausreichend großen Positionsfehler aufweist, ist der Messwert nicht Null. Unten finden Sie eine Abbildung eines solchen Falles:



Der Istwert der großen Bohrung ist so optimiert, dass er so klein wie möglich ist, aber die Bezüge müssen in ihren Zonen bleiben, so dass der Istwert nicht Null ist.

Bestimmen der Größe der Materialbegrenzung

Wenn Sie einen Bezug mit einem Materialbegrenzungsmodifikator referenzieren, muss der geometrische Toleranzbefehl die Größe der Materialbegrenzung berechnen, es sei denn, die Größe der Materialbegrenzung ist angegeben. Die Größe der Materialbegrenzung basiert auf der Größentoleranz des Bezugselements und den anwendbaren geometrischen Toleranzen.

Bei Bezügen mit einem maximalen Materialmodifikator beginnen Sie mit der maximalen Materialzustandsgröße. Dies ist die obere Grenze der Größe für äußere Elemente und die untere Grenze der Größe für innere Elemente. Dann passen Sie diese Größe um die geltende geometrische Toleranz an.

Bei Bezügen mit dem geringsten Materialmodifikator beginnen Sie mit der geringsten Materialzustandsgröße. Dies ist die untere Grenze der Größe für äußere Elemente und die obere Grenze der Größe für innere Elemente. Dann passen Sie diese Größe um die geltende geometrische Toleranz an.

Bei Materialgrenzen, die die Elementfläche enthalten, erhöht die anwendbare geometrische Toleranz die Größe der Materialgrenze. Dies gilt für äußere Elemente mit einem maximalen Materialmodifikator und für innere Elemente mit einem minimalen Materialmodifikator.

Für Materialgrenzen, die durch die Elementfläche enthalten sind, wird die Größe der Materialgrenze um die anwendbare geometrische Toleranz verringert. Dies gilt für innere Elemente mit einem maximalen Materialmodifikator und für äußere Elemente mit einem minimalen Materialmodifikator.

Regeln zur Bestimmung der geometrischen Toleranz

Die Regeln, die bestimmen, welche geometrische Toleranz, wenn überhaupt, anzuwenden ist, sind kompliziert. Sie sind in ISO 2692:2014 (Abschnitt 4) beschrieben und in ASME Y14.5-2018 (Abschnitt 7.9) unvollständig beschrieben. Die PC-DMIS-Regeln sind unten aufgeführt. Im ISO-Fall werden die Regeln an die von PC-DMIS unterstützten Toleranztypen angepasst.



Primäre Bezüge unter ISO 1101

Für primäre Bezüge mit ISO passen wir die Materialgrenze um die Formtoleranz bei gleichem Materialzustand an, falls vorhanden:

Wenn der primäre Bezug ein Zylinder ist, verwenden wir die Achsengeradheit bei gleichem Materialzustand, falls vorhanden.

Wenn der primäre Bezug eine Kugel oder eine Breite ist, ignorieren wir die Formtoleranz und passen die Materialbegrenzung nicht an.



Wenn der primäre Bezug A  ist und der Bezugszylinder A eine Welle ist und eine Achsengeradheit bei  hat, ist die maximale Materialgrenze die maximale Größe der Welle plus die Achsengeradheitstoleranz.

Sekundäre Bezüge unter ISO 1101

Für sekundäre Bezüge mit ISO passen wir die Materialgrenze durch die Orientierungs- oder Lagetoleranz bei der gleichen Materialbedingung an, die sich auf den gleichen primären Bezug bezieht, mit den gleichen Bezugsmodifikatoren, und die keinen sekundären Bezug hat. Alle anderen Toleranzen werden ignoriert. Wenn mehr als eine solche Toleranz vorhanden ist, verwendet die Materialgrenzenanpassung die kleinste derartige Toleranz.

Tertiäre Bezüge unter ISO 1101

Für tertiäre Bezüge mit ISO passen wir die Materialgrenze durch die Orientierungs- oder Lagetoleranz bei der gleichen Materialbedingung an, die sich auf den gleichen primären Bezug bezieht, mit den gleichen Bezugsmodifikatoren, und die sich auf den gleichen sekundären Bezug bezieht, mit den gleichen Bezugsmodifikatoren, und die keinen tertiären Bezug hat. Alle anderen Toleranzen werden ignoriert. Wenn mehr als eine solche Toleranz vorhanden ist, verwendet die Materialgrenzenanpassung die kleinste derartige Toleranz.

Primäre Bezüge unter ASME Y14.5

Für primäre Bezüge mit ASME passen wir die Materialgrenze um die Geradheitsformtoleranz der Achse an, falls diese existiert. Wir passen die Materialgrenze für Kugeln und Breiten nicht an.



Wenn der primäre Bezug A \textcircled{M} ist und der Bezugszylinder A eine Welle ist und eine Achsengeradheit hat, ist die maximale Materialgrenze die maximale Größe der Welle plus die Achsengeradheitstoleranz.

In seltenen Fällen wird ein Muster als primärer Bezug mit einem Materialgrenzmodifikator verwendet. In solchen Fällen suchen wir zunächst nach einer Positionstoleranz auf dem Muster ohne Bezüge. Wenn die Positionstoleranz vorhanden ist, passt PC-DMIS die Materialgrenze um den Positionstoleranzwert an. Wenn es keine solche Position gibt, dann suchen wir nach einer Geradheitstoleranz der Achse.

Sekundäre Bezüge unter ASME Y14.5

Für sekundäre Bezüge mit ASME passen wir die Materialgrenze durch die Orientierungs- oder Positionstoleranz auf dem sekundären Bezug an.

- für einen einzelnen Bezüge wird die Orientierungstoleranz des Bezugs zum primären Bezugspunkt verwendet
- Wenn keine solche Orientierungstoleranz vorhanden ist, verwenden wir die Positionstoleranz des Bezugsmusters zum primären Bezugspunkt mit denselben Bezugsmodifikatoren
- für ein Bezugsmuster verwenden wir die Positionstoleranz des Bezugsmusters zum primären Bezugspunkt mit denselben Bezugsmodifikatoren
- für einen gemeinsamen Bezugspunkt verwenden wir die gleichzeitigen Positionstoleranzen der gemeinsamen Elemente zum primären Bezugspunkt mit denselben Bezugspunkt-Modifikatoren
- Es werden nur geometrische Toleranzen berücksichtigt, die im gleichen Materialzustand wie der betreffende sekundäre Bezugspunkt festgelegt sind und keinen sekundären Bezugspunkt haben

Tertiäre Bezüge unter ASME Y14.5

Bei tertiären Bezügen mit ASME passen wir die Materialgrenze durch eine Positionstoleranz auf dem tertiären Bezugspunkt an (nicht die Orientierung). Die Positionstoleranz muss sich auf die gleichen primären und sekundären Bezüge

beziehen, mit den gleichen Bezugsmodifikatoren, ohne tertiären Bezugspunkt. Die Positionstoleranz muss den gleichen Materialzustand aufweisen wie der betreffende tertiäre Bezugspunkt. Wenn keine solche Positionstoleranz gefunden wird, wird die Materialbegrenzung nicht durch eine geometrische Toleranz angepasst. Bei einem einzelnen Bezugspunkt muss sich die Positionstoleranz auf dieses Element beziehen. Bei einem Bezugsmuster muss die Positionstoleranz auf das Muster verweisen. Bei einem gemeinsamen Bezugspunkt muss die Position der gemeinsamen Elemente des Bezugs gleichzeitig vorhanden sein.

Bezugsreferenzmeldungen

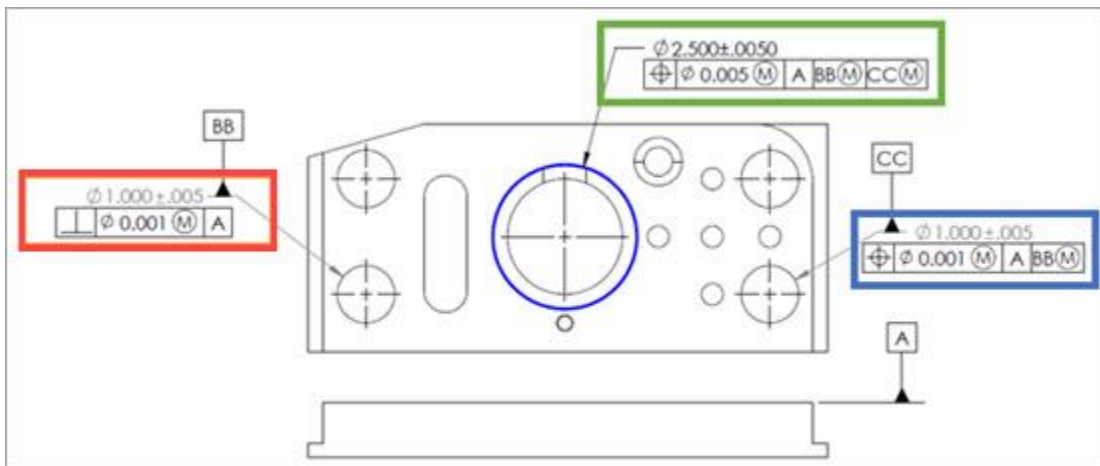
Wenn Sie ein Bezug mit einem Modifikator referenzieren, zeigt PC-DMIS diese Meldung im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** an:

Bei MMB/LMB referenzierte Bezugspunkte müssen zuvor bei MMC/LMC auf ihre höheren Bezugspunkte toleriert worden sein. Wird keine derartige Toleranz festgestellt, gilt für MMC/LMC der Wert Null.

Dies ist eine Warnung, die Sie darauf hinweist, dass Sie die entsprechenden geometrischen Toleranzbefehle für alle Bezugselemente mit einem Materialbedingungsmodifikator bereits erstellt haben sollten. Wenn Sie die entsprechenden geometrischen Toleranzen für den referenzierten Bezugspunkt nicht mit einem Materialbedingungsmodifikator erstellt haben, verwendet PC-DMIS eine geometrische Toleranz von 0,0 MMC, um den MMB/LMB-Wert (Größte/Kleinste Materialgrenze) zu bestimmen.



Diese Erinnerungsmeldung kann nicht ausgeschaltet oder deaktiviert werden.



In diesem Beispiel lautet der auszuwertende Positionsaufruf:

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet



Beispiel für die geometrische Toleranz für ein Positionselement.

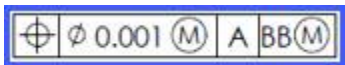
Zusätzlich zum Modifikator des Elements haben auch die sekundären und tertiären Bezüge Modifikatoren.

Gemäß den Regeln für sekundäre Bezüge hat der Bezug BB eine anwendbare geometrische Toleranz gegenüber dem Bezug A:



Beispiel für die geometrische Toleranz für den Bezug BB.

Gemäß den Regeln für tertiäre Bezüge hat der Bezug CC eine anwendbare geometrische Toleranz gegenüber den Bezügen A und BB:

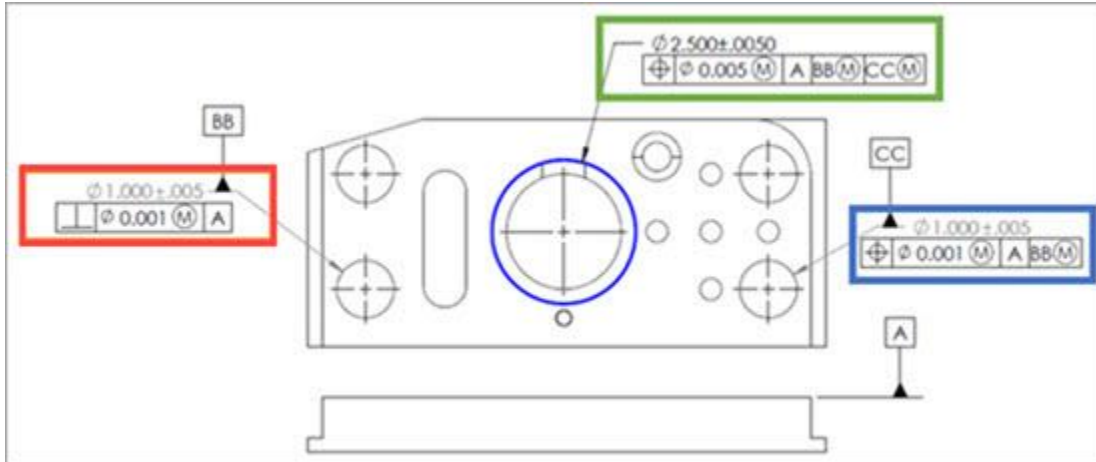


Beispiel für die geometrische Toleranz für den Bezug CC.

Sie müssen **zuerst** die geometrische Toleranz für den Bezug BB in die Messroutine aufnehmen. Sobald diese geometrische Toleranz hinzugefügt wurde, können Sie die geometrische Toleranz für den Bezug CC hinzufügen.

Sobald Sie die geometrischen Toleranzen für diese Bezüge definiert haben, können Sie die geometrische Toleranz für das Positionselement in die Messroutine einfügen. PC-DMIS verwendet die geometrischen Toleranzen für die Bezüge BB und CC (anwendbare geometrische Toleranzen), um den Abstand (Bezugsverschiebung) zu bestimmen.

Wenn Sie z. B. die geometrische Toleranz für das obige Positionselement erstellen, liest PC-DMIS in der Messroutine nach, um die anwendbaren geometrischen Toleranzen für die Bezugspunkte mit Materialbedingungsmodifikatoren zu finden. Wenn PC-DMIS keine findet, verwendet es 0.0 @ MMC für die sekundären und tertiären Bezüge.



Wenn PC-DMIS 0.0 @ MMC verwendet, können Sie in vielen Fällen sehen, dass PC-DMIS eine begrenzte Bezugsverschiebung anwendet. Wenn die Zeichnung keine anwendbare geometrische Toleranz angibt, kann es sich um einen Konstruktions- oder Zeichnungsfehler handeln.



Obwohl PC-DMIS 0.0 @ MMC-Toleranz(en) anwendet, um eine konservative Berechnung für Bezugsverschiebungen zu ermitteln, erscheinen sie nicht in PC-DMIS-Berichten. Um zu überprüfen, ob die Bezüge mit diesen konservativen Toleranzen übereinstimmen, können Sie die Toleranzen in die Messroutine aufnehmen.

Verwenden von Modifikatoren für Bezüge und deren gemeldete Messergebnisse

Wenn Sie Modifikatoren für Bezüge verwenden, bewertet PC-DMIS den verfügbaren Abstand im Bezugsreferenzrahmen (DRF) unter Verwendung der für die Bezüge vorgesehenen Toleranzen. Wenn dies geschieht, wird eines der beiden möglichen Ergebnisse erzielt:

Ergebnis 1

Der Bezugsreferenzrahmen stimmt mit den Toleranzen **überein** und PC-DMIS stellt fest, dass im Bezugsreferenzrahmen Spielraum vorhanden ist.

In diesem Fall optimiert PC-DMIS die Anpassung des Bezugsreferenzrahmens, wendet die Bezugsverschiebung an und liefert die Messergebnisse.

Ergebnis 2

Der Bezugsreferenzrahmen stimmt **nicht** mit den Toleranzen überein und PC-DMIS stellt fest, dass im Bezugsreferenzrahmen **kein Spielraum vorhanden** ist.

Wenn Sie versuchen, ein funktionales Messgerät für das Werkstück zu verwenden, **würde es nicht passen**. Damit bleiben PC-DMIS zwei Berichtsoptionen:

Berichtsoption 1: PC-DMIS könnte einen Bericht mit einer Fehlermeldung erzeugen, aber keine Messergebnisse.

Berichtsoption 2: PC-DMIS konnte einen Bericht mit einer konservativen Messlösung ohne Bezugsverschiebung erstellen.

PC-DMIS verwendet die Berichtsoption 2 und wertet die geometrische Toleranz weiterhin aus, **ohne** Modifikatoren für die Bezüge zu verwenden:

- PC-DMIS verwendet die ursprüngliche Positionstoleranz



und wertet diese Toleranz aus, indem es die Modifikatoren aus den Bezugselementen entfernt. PC-DMIS würde dann die endgültige Auswertung wie folgt abschließen:



- PC-DMIS würde keine Bezugsverschiebung vornehmen

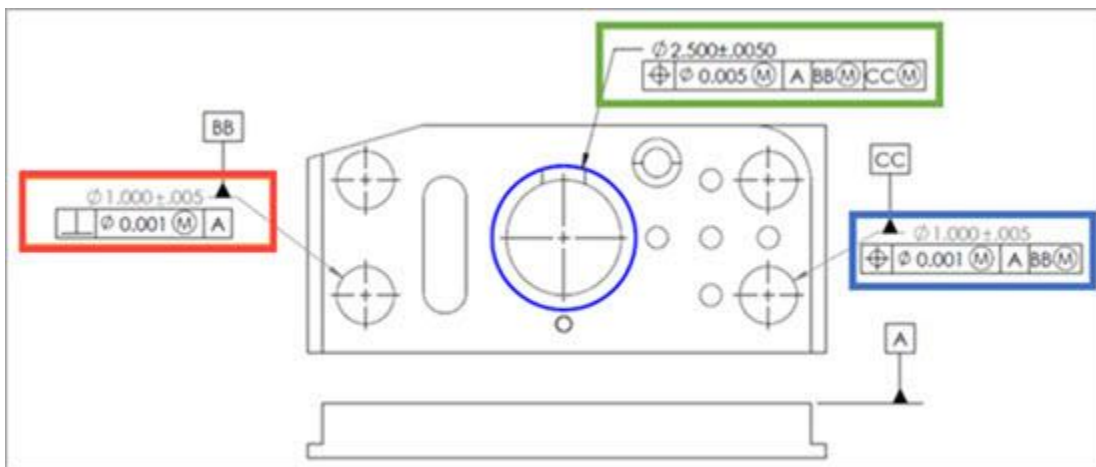


PC-DMIS zeigt im Bericht weiterhin die ursprüngliche Positionstoleranzanforderung an:

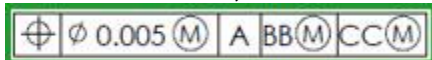


Beide Ergebnisse sind auch möglich, wenn keine anwendbaren geometrischen Toleranzen gefunden werden und PC-DMIS 0.0 @ MMC für die anwendbaren geometrischen Toleranzen verwendet. Weitere Informationen finden Sie unter "Regeln zur Bestimmung der geometrischen Toleranzen" in diesem Kapitel der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Betrachten Sie noch einmal dieses Beispiel:

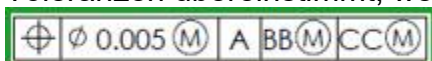


Wenn die Bezüge mit den anwendbaren geometrischen Toleranzen übereinstimmen, wertet PC-DMIS die Toleranzen aus



und meldet die Messergebnisse nach den Bezugsverschiebungen wie in **Ergebnis 1** oben beschrieben.

Wenn jedoch einer der Bezüge nicht mit den anwendbaren geometrischen Toleranzen übereinstimmt, wertet PC-DMIS die ursprüngliche Toleranz



ohne die Modifikatoren für jeden der Bezüge als




. PC-DMIS meldet die Messergebnisse **ohne** Bezugsverschiebung wie in **Ergebnis 2** oben beschrieben.

Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet

Bei Ergebnis 2 zeigt eine Überprüfung der anwendbaren geometrischen Toleranzen für die Bezüge, dass mindestens einer von ihnen nicht konform ist. In diesem Beispiel würden die nicht konformen Toleranzen entweder



am Bezugspunkt BB oder  am Bezugspunkt CC liegen.



Bezüge mit uneingeschränkter Lage im Vergleich zu höherrangigen Bezügen

Ein ASME-Bezug mit einem Übersetzungsmodifikator oder ein ISO-Bezug ohne [DF]-Modifikator hat im Vergleich zu höherwertigen Bezugssimulatoren eine uneingeschränkte Übersetzung. Sowohl die ASME- als auch die ISO-Normen sind unklar, was dies bedeutet, wenn es Bezüge gibt, auf die mit einem Materialmodifikator verwiesen wird.

Aus diesen Gründen sprechen wir die folgenden Empfehlungen aus:

- Für die ASME-Norm wird bei Verwendung eines Modifikators für einen Bezugspunkt nicht empfohlen, den Übersetzungsmodifikator im Bezugsreferenzrahmen zu verwenden.
- Für die ISO-Norm wird empfohlen, bei der Verwendung eines Modifikators für den Bezugspunkt immer den Modifikator [DF] im Bezugsreferenzrahmen zu verwenden.

Wenn Sie sich dafür entscheiden, diese Empfehlungen zu ignorieren, löst PC-DMIS den Bezugsreferenzrahmen wie unten beschrieben, und die von PC-DMIS simulierte Lehrenpassung wird höchstwahrscheinlich immer Spiel im Bezugsreferenzrahmen haben.



Angenommen, wir nehmen eine primäre Bezugsebene, einen sekundären Bezugskreis bei maximalem Material und einen tertiären Bezugskreis ohne Materialmodifikator, aber mit erlaubter Übersetzung. Es gibt zwei mögliche Interpretationen:

1. Wir könnten den Bezugsrahmen für den Bezug unabhängig von der Positionstoleranz auswerten; wir optimieren den Abstand B-C, so dass B optimal in seiner Bohrung zentriert ist, und dann halten wir diesen Abstand konstant, während wir die Positionstoleranz auswerten.
2. Wir könnten den Bezugsrahmen für den Bezug auf die Bezüge gleichzeitig mit der Positionstoleranz bewerten; während wir die Positionstoleranz optimieren, lassen wir den Abstand B-C variieren, bis der Messwert der Positionstoleranz so klein wie möglich ist.

In PC-DMIS verwenden wir die erste Interpretation, weil sie konservativer ist (die Messwerte sind größer).

Elementtypen mit und ohne Flächendaten

Einführung

Der geometrische Toleranzbefehl hat detaillierte Regeln für Elementtypen mit Flächendaten, für Elementtypen ohne Flächendaten und für Elementtypen, die Sie in einem geometrischen Toleranzbefehl überhaupt nicht verwenden können. Leider dürfen einige Elementtypen nur mit einigen wenigen Toleranztypen verwendet werden, und diese Informationen werden hier nicht näher erläutert. Außerdem gibt es einige wenige Ausnahmen von den hier aufgeführten Regeln, die aus Gründen der Klarheit nicht erläutert wurden, die aber selten genug sind, dass wir sie nicht dokumentiert haben.

Es gibt verschiedene Elementtypen, die Sie mit dem geometrischen Toleranzbefehl verwenden können:

- Ebene
- Querschnitt einer Ebene (Flächenlinie)
- Stichprobe einer Ebene (Flächenpunkt)
- Zylinder
- Querschnitt eines Zylinders (Flächenkreis)

Elementtypen mit und ohne Flächendaten

- Flächenlose Achse
- Breite
- Kegel
- Kugel
- Flächenloser 3D-Punkt
- Freiform

In der folgenden Dokumentation wird auf jeden PC-DMIS-Elementtyp eingegangen und es werden die Arten von PC-DMIS-Elementen veranschaulicht, die zu den geometrischen Toleranzbefehlstypen gehören.



Obwohl Sie bei Besteinpassungs- (BE) oder Besteinpassungs-Neukompensierungs(BENEUKO)-Erstellungen als Eingabeelemente einen beliebigen Elementtyp verwenden können, werden BE- und BENEUKO-Einpassungstypen normalerweise mit Punktelelementen oder mit Punktmengen verwendet (einem Punktescan, einer Elementmenge mit Punkten oder einem Ausdruck, der in einen Array aus Punkten zerfällt).

Für Details zur Verwendung der Methoden Besteinpassung und Besteinpassungs-Neukompensierung zur Konstruktion von Elementen siehe das Thema "Verständnis von Besteinpassung (BE)- und Besteinpassungs-Neukompensierung (BENEUKO)-Konstruktionen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Ebenen

Mit Flächendaten

Ebenenelementtypen mit Flächendaten umfassen:

Gemessene Ebenen, Auto-Ebenen (alle Messstrategien), abhängige BE-Ebenen und abhängige BENEUKO-Ebenen

Keine Flächendaten

Ebenenelementtypen ohne Flächendaten umfassen:

Ausrichtungsebenen, Ebenen mit Schwerpunkt, Mittelebenen, senkrechte Ebenen, parallele Ebenen, primäre Bezugsebenen, versetzte Ebenen, übersetzte Ebenen und allgemeine Ebenen

Nur erlaubt für Bezüge

Einige Ebenentypen können Sie nur als Bezüge, aber nicht als betrachtete Elemente verwenden. Diese Element beinhalten:

Ausrichtungsebenen, Ebenen mit Schwerpunkt, senkrechte Ebenen, parallele Ebenen, primäre Bezugsebenen, versetzte Ebenen, übersetzte Ebenen und allgemeine Ebenen

Linien

Das Dialogfeld "Geometrische Toleranz" verfügt über eine Interpretationsmeldung, wenn Sie eine konstruierte Linie als konstruiertes Element oder als Bezugspunkt verwenden, die Ihnen mitteilt, ob die konstruierte Linie als Linie auf einer Fläche (Querschnitt einer ebenen Fläche) oder als Drehachse (flächenlose Achse) behandelt wird.

Mit Flächendaten

Der geometrische Befehl behandelt immer ein Linienmerkmal auf einer Fläche als einen Querschnitt einer ebenen Fläche. Während Sie in PC-DMIS eine Linie auf einer nicht planaren Fläche messen können, behandelt der geometrische Toleranzbefehl Linien auf Flächen immer als von einer planaren Fläche kommend. Diese Linientypen haben Flächendaten. Sie umfassen diese Elemente:

Gemessene Linien, Auto-Linien (alle Messstrategien), abhängige 2D-BE-Linien und abhängige BENEUKO-Linien, sowie Scansegment-Linien



Abhängige 3D-BENEUKO-Linien haben häufig falsche Nennwerte, selbst wenn Sie Ihre Routine anhand eines CAD-Modells programmieren. Insbesondere enthält die nominale Arbeitsebene der abhängigen 3D-BENEUKO-Linie sowohl die nominale Flächennormale als auch den nominalen Linienvektor. Sie ist oft nominell falsch mit der Zeichnung ausgerichtet. Wenn Sie dies als Bezug verwenden, kann dies häufig die folgende Fehlermeldung verursachen:

"Bezugselement <Elementname> ist 2D. Es benötigt einen Bezug mit höherer Priorität, um seine Arbeitsebene einzuschränken."

In den meisten Fällen empfehlen wir die Verwendung von abhängigen 2D-BENEUKO-Linien anstelle von abhängigen 3D-BENEUKO-Linien, damit die nominale Arbeitsebene der Linie korrekt ist.

Informationen darüber, wie PC-DMIS mit Linienoberflächenvektoren für abhängige 2D- und 3D-Linien umgeht, finden Sie im Abschnitt "Abhängige

Elementtypen mit und ohne Flächendaten

Linienoberflächenvektoren" des Themas "Migration von früheren Versionen von PC-DMIS" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Keine Flächendaten

Einige Linienelemente sind Querschnitte einer Ebene, aber sie haben keine Flächendaten. Dazu gehören:

Mittellinien, projizierte Linien und sekundäre Bezugslinien

Einige Linienelemente sind flächenlose Achsen. Diese stellen eine Rotationsachse dar und haben keine Fläche. Diese haben keine Flächendaten. Zu diesen Linienelementen gehören:

Ausrichtungslinien, abhängige 3D-BE-Linien, Linien mit Schwerpunkt, senkrechte Linien, parallele Linien, versetzte Linien und allgemeine Linien

Sonderfälle

Einige Elemente der Linie weichen in diesen Sonderfällen von der obigen Interpretation ab:

- Abhängige 3D-BE-Linien und Versatzlinien sind Querschnitte einer Ebene und haben Flächendaten, wenn sie aus auf einer Fläche gemessenen Punkten konstruiert sind.
- Parallele Linien und senkrechte Linien sind Querschnitte einer Ebene, haben aber keine Flächendaten, wenn die resultierende nominale Flächennormale mit dem Ortsbezug (der zweiten Eingabe in die Konstruktion) übereinstimmt.

Punkte

Mit Flächendaten

Ein Punktmerkmal auf einer Fläche wird immer als Stützpunkt einer planaren Fläche behandelt. Während Sie in PC-DMIS einen Punkt auf einer nicht planaren Fläche messen können, behandelt der geometrische Toleranzbefehl Punkte auf Flächen immer als von einer planaren Flächen kommend. Diese Punkttypen haben Flächendaten. Diese Punktelemente umfassen:

Messpunkte, Vektorpunkte (Standardstrategie, nicht die selbstzentrierende), Flächenpunkte, Kantenpunkte, Extrempunkte, Mittelpunkte und tertiäre Bezugspunkte

Keine Flächendaten

Einige Punktelemente haben keine Flächen und sind wie der Mittelpunkt einer Kugel dreidimensional begrenzt. Dies sind flächenlose 3D-Punkte. Diese Punktelemente umfassen:

Gusspunkte, Eckpunkte, Fallpunkte, allgemeine Punkte, Schnittpunkte, Versatzpunkte, Ursprungspunkte, Projektionspunkte und Vektorabstandspunkte

Ein Durchstoßpunkt ist in zwei Dimensionen beschränkt, so dass es sich um eine flächenlose Achse mit einer Länge von Null handelt. Informationen zu flächenlosen Achsen finden Sie unter "Linien" oben.

Nicht erlaubt

PC-DMIS erlaubt keine Auto-Winkelpunkt-Elemente als Eingaben für den geometrischen Toleranzbefehl, weder als berücksichtigte Elemente noch als Bezüge.

Zylinder

Mit Flächendaten

Zylinderelementtypen mit Flächendaten umfassen:

Gemessene Zylinder, Auto-Zylinder (alle Messstrategien), abhängige BE-Zylinder und abhängige BENEUKO-Zylinder

Keine Flächendaten

Zylinderelementtypen ohne Flächendaten umfassen:

Zylinder und allgemeine Zylinder

Nicht erlaubt

Projektionszylinder sind als Eingaben für den geometrischen Toleranzbefehl nicht erlaubt, weder als betrachtete Elemente noch als Bezüge.

Kreise

Mit Flächendaten

Kreiselemente werden als Querschnitt einer zylindrischen Fläche behandelt. Während Sie in PC-DMIS einen Kreis auf einer nicht-zylindrischen Fläche messen können, behandelt der geometrische Toleranzbefehl Kreise immer als von einer

Elementtypen mit und ohne Flächendaten

zylindrischen Fläche kommend (mit einer Ausnahme, die unter "Rundlauf" beschrieben wird).

Kreiselementtypen mit Flächendaten umfassen:

Gemessene Kreise, Auto-Kreise (mit Ausnahme der Messstrategie für die Messlehre-Scan-Kalibrierung), abhängige BE-Kreise, abhängige BENEUKO-Kreise und Scan-Segment-Kreise

Keine Flächendaten

Zu den Kreiselementtypen, die keine Flächendaten haben, gehören:

Schnittkreise, Projektionskreise, Zylinderkreise, Kegelkreise, Kugelkreise, Kreise mit Schwerpunkten, Tangiert 2 Linien-Kreise, Tangiert 3 Linien-Kreise, Tangiert 3 Kreise, Scan-Minimum-Kreise und allgemeine Kreise

Nicht erlaubt

Einige Kreiselementtypen sind als Eingaben für den geometrischen Toleranzbefehl nicht erlaubt, weder als betrachtete Elemente noch als Bezüge. Dazu gehören:

Auto-Kreise mit der DMS-Scan-Kalibrierungsmessstrategie

Zusätzlich sind Kugelkreise als berücksichtigtes Element erlaubt, aber nicht als Bezugspunkt.

Breiten

Alle Breiterelemente haben Flächendaten.

Löcher und Kerben

Mit Flächendaten

Löcher und Kerben haben Flächendaten, wenn Sie sie in einem Profil einer Linientoleranz verwenden.

Keine Flächendaten

Löcher und Kerben haben keine Flächendaten, wenn Sie sie in einer Positionstoleranz oder als Bezugspunkt verwenden.



Seien Sie vorsichtig mit Loch- und Kerbenelementen.

Sie sollten sie nur verwenden, wenn Sie bereits wissen, dass die Form der Elements sehr gut ist. Wenn Sie vermuten, dass der hergestellte Formfehler erheblich sein könnte, verwenden Sie keinen Loch- oder Kerbbefehl. Führen Sie stattdessen einen Scan um den Umfang des Elements durch und tolerieren Sie dann die Form, Ausrichtung und Lage des Elements mit einer Toleranz Profil einer Linie.

Kegel

Mit Flächendaten

Kegелеlemente mit Flächendaten umfassen:

Gemessene Kegel, Auto-Kegel (alle Messstrategien), abhängige BE-Kegel und abhängige BENEUKO-Kegel

Keine Flächendaten

Kegel mit Schwerpunkt stellen eine konische Fläche dar, haben aber keine Flächendaten.

Allgemeine Kegel haben in PC-DMIS keinen Durchmesser, so dass sie eine flächenlose Achse darstellen und keine Flächendaten haben.

Nicht erlaubt

Projektionskegel sind als Eingaben für den geometrischen Toleranzbefehl nicht erlaubt, weder als betrachtete Elemente noch als Bezüge.

Kugeln

Mit Flächendaten

Kugelelemente mit Flächendaten umfassen:

Gemessene Kugeln, Auto-Kugeln, abhängige BE-Kugeln und abhängige BENEUKO-Kugeln

Keine Flächendaten

Elementtypen mit und ohne Flächendaten

Kugelelemente ohne Flächendaten umfassen:

Kugeln mit Schwerpunkt und allgemeine Kugeln

Nicht erlaubt

Projektionskugeln sind als Eingaben für den geometrischen Toleranzbefehl nicht erlaubt, weder als betrachtete Elemente noch als Bezüge.

Freiformelementtypen

Der geometrische Toleranzbefehl ermöglicht Freiformelemente als betrachtete Elemente für Profiltoleranzen. Diese Elemente haben eine Reihe von gemessenen Punkten mit übereinstimmenden Nominalpunkten und Nominalvektoren.

Wenn kein CAD-Modell vorhanden ist oder wenn Sie die Option zum Iterieren und erneuten Bestimmen nicht verwenden, berechnet PC-DMIS die Abweichungen einfach als die Vektorabweichung des gemessenen Punkts zu der durch den Nennpunkt und den Nennvektor definierten planaren Nennfläche. Dies ist die "stückweise planare" Annäherung.

Wenn Ihre Messroutine ein CAD-Modell verwendet und Sie Iteration und erneutes Bestimmen einsetzen, berechnet PC-DMIS die Abweichungen zum CAD-Modell (es gibt keine stückweise planare Annäherung). Weitere Informationen finden Sie unter "Profil einer Linie" und "Profil einer Fläche".

PC-DMIS betrachtet diese Elementtypen als Freiformelemente:

Scan-Befehle, abhängige Sets, abhängige gefilterte Sets und abhängige Anpassungsfilterobjekte, Auto-Profile2D-Elemente (Vision) und Tori

Mögliche Flächendaten

PC-DMIS betrachtet eine Polygone als Freiformelemente (mit Flächendaten), wenn Sie sie in einer Profiltoleranz verwenden, aber es betrachtet sie als Kreiselemente (ohne Flächendaten), wenn Sie sie in einer Positionstoleranz verwenden. Diese Elementtypen sind nicht wirklich für Positionstoleranzen ausgelegt, aber sie werden zu Migrationszwecken als Kreise (ohne Flächendaten) einbezogen.

PC-DMIS betrachtet Löcher und Kerben als Freiformelemente (mit Flächendaten), wenn Sie sie in einer Profiltoleranz verwenden, aber es betrachtet sie als Breiterelemente (ohne Flächendaten), wenn Sie sie in einer Positionstoleranz verwenden.

Nicht erlaubt

Diese Elemente oder Elementtypen sind als Eingaben in den geometrischen Toleranzbefehl nicht zulässig, weder als betrachtete Elemente noch als Bezug:

Gemessene Sets, Flächenscans, projizierte Ellipsen, projizierte Kerben, projizierte Schlitze, Auto-Sprenkel, Bund- und Spaltelemente, Vorrichtung laden-Elemente, Flächenelemente, Objektelemente, abhängige Kurvenelemente, abhängige Flächenelemente, Netzelemente und Messlehrenelemente

Umgekehrte Elemente

Mehrere Elementtypen sind "umgekehrte" Elemente. Dazu gehören:

Umgekehrte Ebenen, umgekehrte Zylinder, usw.

Mögliche Flächendaten

Umgekehrte Elemente können auch Flächendaten besitzen. Es hängt von der Eingabe für das umgekehrte Element ab. Wenn die Eingabe Flächendaten enthält, gilt dies auch für das umgekehrte Element.

Möglicherweise erlaubt

Möglicherweise können Sie umgekehrte Elemente als betrachtetes Element oder Bezug verwenden. Es hängt von der Eingabe für das umgekehrte Element ab. Der Umgang mit Flächen des umgekehrten Elements ist die gleiche wie die des Eingabeelements. Eine umgekehrte Linie kann zum Beispiel eine flächenlose Achse oder ein ebener Querschnitt sein. Es hängt von der Eingabe für das umgekehrte Element ab.

Nicht erlaubt

Umgekehrte Elemente, die aus einem anderen Elementtyp als dem umgekehrten Element konstruiert sind, können Sie nicht als Eingabe für den geometrischen Toleranzbefehl verwenden, weder als betrachtete Elemente noch als Bezug. Sie können z. B. nicht eine umgekehrte Linie, die aus einem Zylinder konstruiert wurde, als Eingabe für den geometrischen Toleranzbefehl verwenden.

Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl

Viele geometrische Toleranzbefehle enthalten eine Größentoleranz. Diese Seite beschreibt, wie der Geometrische Toleranzbefehl gemessene Größenwerte und gemessene lokale Größenwerte berechnet.

Größenspezifikationen

Der Befehl für die geometrische Toleranz unterstützt nur einige wenige Größenangaben. Für kompliziertere Größenangaben gibt es einen separaten Größenbefehl. Weitere Informationen finden Sie unter "" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Unter ASME verwendet der Befehl für die geometrische Toleranz die folgende Größenspezifikation. Das Hüllelement ohne Bezug (UAME) steuert die Elementoberfläche in der Plus-Material-Richtung, und die lokalen Größen steuern die Elementoberfläche in der Minus-Material-Richtung. Die lokalen Größen sind Gegenpunktgrößen, es sei denn, das Element ist ein Zylinder, und Sie haben die lokale Größenspezifikation [KREISFÖRMIGE_ELEMENTE](#). Der Befehl für die geometrische Toleranz meldet jedoch keine lokalen Größen, es sei denn, Sie aktivieren die Protokollierung der lokalen Größen, da viele Messsysteme nicht genau genug sind, um zu überprüfen, ob die lokalen Größen die Größentoleranz einhalten.

Unter ISO, ab PC-DMIS 2025.1, sind Berechnungstypen Größe und Element unabhängig voneinander (für Details siehe den Abschnitt "Vergleich mit früherer Praxis - ISO-Berechnungstypen" im Thema "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" der Dokumentation von PC-DMIS Core). Unter ISO sind die meisten Größentoleranzen Hüllgrößen, wie in ISO 14405-1 definiert. Das bedeutet, dass die Plus-Material-Richtung durch eine passende Hüllgröße und die Minus-Material-Richtung durch lokale Gegenpunktgrößen gesteuert wird. Wenn jedoch ISO 17450-3 gilt, wie unter "Ableitung des tolerierten Elements" erläutert, dann ist die Größentoleranz eine Größe ohne Modifikatoren (Standard). Das bedeutet, dass die Größentoleranz keinen Anpassungshülle steuert, und die einzigen Größen sind die lokalen Zweipunktgrößen.

Globale Größe

Immer wenn die Größenspezifikation eine passende Hüllgröße enthält, hat die Größentoleranz eine globale Größe. ISO-Toleranzen nennen dies GLOBALE GRÖSSE im Bearbeitungsfenster, während ASME-Toleranzen dies UAME im Bearbeitungsfenster nennen. Die einzige Zeit, in der die Größentoleranz keine globale Größe hat, ist, wenn ISO 17450-3 wie oben besprochen gilt, oder wenn Sie einen ISO (LP)-Größenmodifikator auswählen.

Wenn das von Ihnen betrachtete Element keine Oberflächendaten hat, ist die globale Größe die [MESS](#)-Größe des Eingabeelements. ISO-Größenmodifikatoren sind nicht für Elemente verfügbar, die keine Oberflächendaten haben.

Wenn das von Ihnen betrachtete Element Oberflächendaten hat und Ihre ISO Größenberechnung oder ASME-Elementberechnungsoption **LSQ** (kleinste Quadrate) ist, ist die globale Größe die Größe der (nicht eingeschränkten) kleinsten Quadrate, die am besten passt.

Wenn das von Ihnen betrachtete Element Oberflächendaten hat und Ihre ISO Größenberechnung oder ASME-Elementberechnungsoption **STANDARD** ist, ist die globale Größe die Größe der Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis, je nachdem, welche der beiden Größen außerhalb des Materials liegt. Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Wie in Abschnitt "Spezifikation versus Verifikation" in "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" in der Dokumentation von PC-DMIS Core besprochen, bietet PC-DMIS sowohl die Elementberechnungsoption **LSQ** als auch **STANDARD** an, da unterschiedliche Messsysteme unterschiedliche Messunsicherheiten aufweisen. Wenn Ihr Messsystem präzise und genau genug ist, um den Formfehler des Merkmals zu messen—wenn die Messunsicherheit viel kleiner als der Formfehler ist—dann ist es sinnvoll, die Berechnung mit **STANDARD** zu verwenden. Wenn die Messunsicherheit größer als der Formfehler ist, dann sollten Sie die Berechnung mit **LSQ** einsetzen. Weitere Informationen finden Sie unter "Spezifikation versus Verifizierung".

Lokale Größe

Wenn ISO 17450-3 gilt, wie oben diskutiert, dann ist die Größenangabe die Standard ISO-Größenangabe (keine Modifikatoren), d. h. es gibt nur lokale Größen und keine globale Größe. Der Befehl für die Geometrische Toleranz gibt sowohl die maximale als auch die minimale lokale Größe an.

Wenn ISO 17450-3 nicht anwendbar ist und wenn das von Ihnen betrachtete Element Oberflächendaten besitzt, haben Sie die Möglichkeit, lokale Größen zu protokollieren. Dies ist vor allem dann nützlich, wenn Ihre Elementberechnungsmethode auf **STANDARD** steht, da der Befehl für die geometrische Toleranz nur die *schlechteste* lokale Größe in der Richtung innerhalb des Materials meldet. In Kombination mit der Größenberechnung **STANDARD** steuert die globale Größe die Oberfläche in der Richtung außerhalb des Materials, während die lokale Größe die Oberfläche in der Richtung innerhalb des Materials steuert. Im Gegensatz dazu hat die Elementberechnung mit **LSQ** eine globale Größe der kleinsten Quadrate, die die Oberflächenabweichungen in beiden Richtungen nicht steuert, so dass die Oberfläche in der Richtung außerhalb des Materials unkontrolliert ist. In diesem Fall wird die Oberfläche in der Richtung außerhalb des Materials nicht kontrolliert.

Für ISO-Größentoleranzen und für ASME-Größentoleranzen auf Kugeln und Breiten werden die lokalen Größen anhand von gegenüberliegenden Punkten bewertet. Jede lokale Größe ist im Wesentlichen eine Zwei-Punkt-Messung des Messschiebers. Bitte stellen Sie sicher, dass Ihre gemessenen Punkte alle einen direkt gegenüberliegenden Punkt haben, da sonst die Messgenauigkeit leiden kann. Dies ist besonders bei Kugeln eine Herausforderung.

Für ASME-Größentoleranzen bei Zylindern haben Sie die Wahl, die Integration `GEGENÜBERLIEGENDE_PUNKTE` oder `KREISFÖRMIGE_ELEMENTE` zu verwenden. Diese Interpretationen sind in ASME Y14.5.1 - 2019 spezifiziert. Die Interpretation `GEGENÜBERLIEGENDE_PUNKTE` verhält sich wie gerade beschrieben.

Die Interpretation der kreisförmigen Elemente erfordert, dass die Oberflächendaten in kreisförmigen Querschnitten gemessen wurden. Am besten passt ein Kreis zu jedem Querschnitt; die Größen der Kreise sind die lokalen Größen. Wenn der Elementberechnungstyp **LSQ** ist, werden die Kreise unter Verwendung der kleinsten Quadrate berechnet. Wenn der Elementberechnungstyp **STANDARD** ist, werden Inkreise oder Umkreise verwendet, je nachdem, welcher der beiden Typen sich innerhalb des Materials befindet. Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

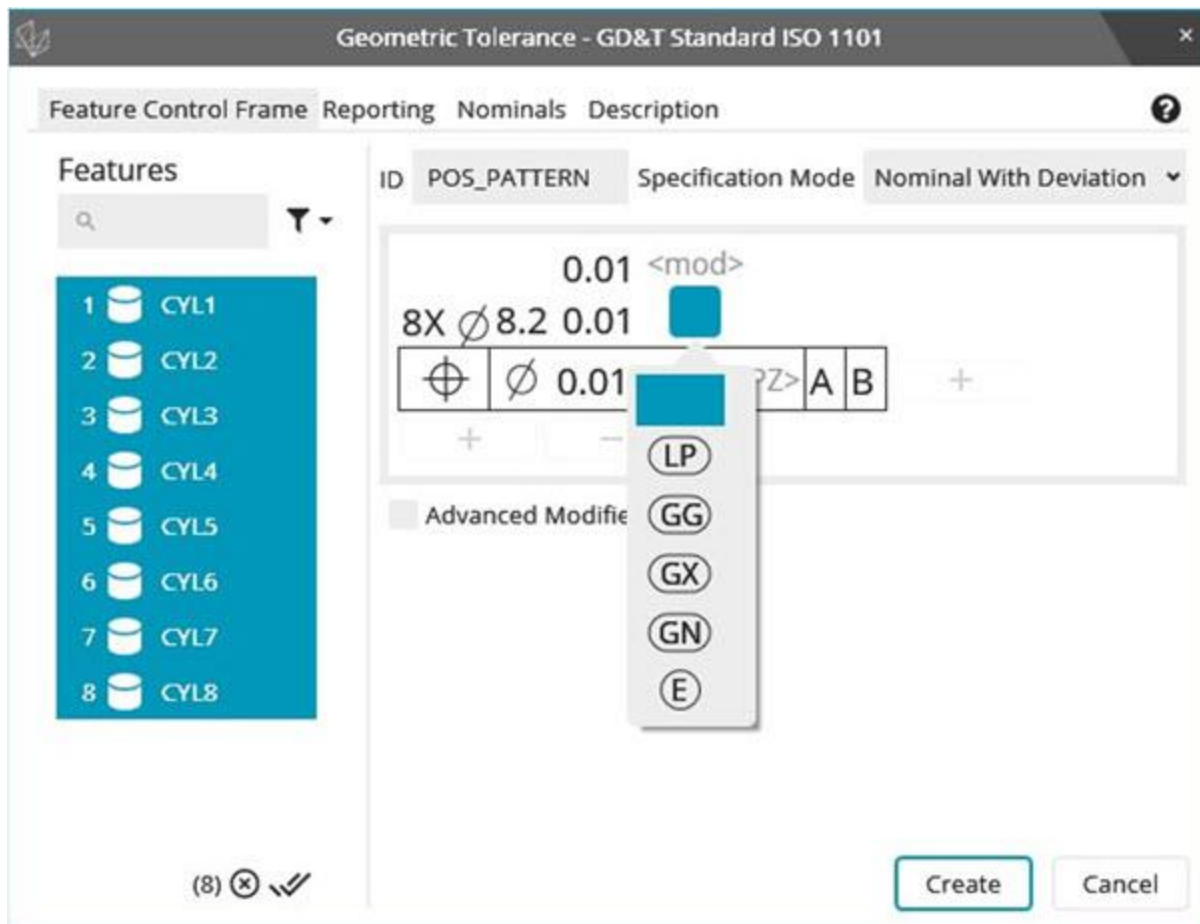
Es macht keinen Sinn, lokale Größen anzugeben, es sei denn, Ihr Messsystem ist präzise und genau genug, um den Formfehler des Elements zu messen.

ISO Größenmodifikatoren

Ab PC-DMIS 2025.1 unterstützt der Geometrische Toleranzbefehl einige der gängigeren ISO 14405-1 Größenmodifikatoren, wie zum Beispiel:

- (LP) - Zwei-Punktgröße
- (GG) - Bezugskriterium der kleinsten Quadrate
- (GX) - Bezugskriterium des max. Inkreises
- (GN) - Bezugskriterium des min. Hüllkreises
- (E) - Hüllenanforderung

Diese Modifikatoren sind im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** verfügbar.



Sie können Größenmodifikatoren auch direkt im Bearbeitungsfenster hinzufügen oder entfernen. Sie können es entweder eingeben oder aus einer Liste auswählen, wie unten gezeigt:

Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl

```
POS_PATTERN=GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ISO 1101,SHOWEXPANDED=YES,
DESCRIPTION=ON,,
FEATURE_MATH=DEFAULT,SIZE_MATH=DEFAULT,DATUM_MATH=DEFAULT,DISPLAY_COORDS=DRF,
UNITS=MM,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
SIZE/NOMINAL=0.2,TOLERANCE SPECIFICATION MODE=NOMINAL_WITH_DEVIATIONS,
UPPER TOLERANCE=0.01,LOWER TOLERANCE=0.01,
UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER=
LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER=
CYL1:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL2:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL3:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL4:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL5:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL6:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL7:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
CYL8:
  MIN LOCAL SIZE:0.200,
  MAX LOCAL SIZE:0.200,
SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.0,
TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRA
MEASURED:
  CYL1:0.000,
  CYL2:0.000,
  CYL3:0.000,
  CYL4:0.000,
  CYL5:0.000,
  CYL6:0.000,
  CYL7:0.000,
  CYL8:0.000,
ADD
FEATURES/CYL1,CYL2,CYL3,CYL4,CYL5,CYL6,CYL7,CYL8,,
—
(LP)
(LS)
(GG)
(GX)
(GN)
(CC)
(CA)
(CV)
(SX)
(SN)
(SA)
(SM)
(SD)
(SR)
ACS
SCS
LEN
E
—,<dat>,
```



Da die Liste der `UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER` und `LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER` im Bearbeitungsfenster des geometrischen Toleranzbefehls mit dem Größenbefehl geteilt wird, werden alle ISO-Größenmodifikatoren angezeigt. Das bedeutet jedoch nicht, dass alle Modifikatoren zur Auswahl verfügbar sind. Der Befehl für die geometrische Toleranz unterstützt nur einige wenige Größenangaben. Wenn Sie versuchen, einen nicht unterstützten Modifikator hinzuzufügen, ignoriert PC-DMIS Ihre Auswahl und behält die bestehende Auswahl des entsprechenden `LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER000` oder `UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER` bei.

Sie können ein typisches Beispiel dafür sehen, wie die Informationen im Bearbeitungsbefehl und im Bericht erscheinen, wenn Sie die Option auswählen, Größenmodifikatoren zu berichten.

```

FCFLOC1  =GEOMETRIC_TOLERANCE/STANDARD=ISO 1101,SHOWEXPANDED=YES,
          DESCRIPTION=OFF,,
          FEATURE_MATH=DEFAULT,SIZE_MATH=MODIFIER_SELECTED,DISPLAY_COORDS=DRF,
          UNITS=MM,OUTPUT=BOTH,ARROWDENSITY=100,
          SIZE/NOMINAL=20,TOLERANCE SPECIFICATION MODE=NOMINAL_WITH_DEVIATIONS,
          UPPER TOLERANCE=0.1,LOWER TOLERANCE=0.1,
          UPPER_SPECIFICATION_MODIFIER=(LP),
          LOWER_SPECIFICATION_MODIFIER=(GX),
          CYL2:
            UPPER SIZE:20.033115,
            LOWER SIZE:19.965135,
          SEGMENT_1,POSITION,DIAMETER,0.500039,__,__,<len>,<dat>,<dat>,<dat>,
          TEXT=OFF,CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,MULT=10,
          MEASURED:
            CYL2:0.015947,
          ADE
          FEATURES/CYL2,,

```

FCFLOC1 Size		MM	Ø 20 [+0.1 LP] - [-0.1 GX]			MODIFIER	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2 - LP	20.000000	0.100000	0.100000	20.033115	0.033115	0.000000	
CYL2 - GX	20.000000	0.100000	0.100000	19.965135	-0.034865	0.000000	

FCFLOC1		MM	Ø 0.500039			DEFAULT NONE	ISO 1101
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	BONUS
CYL2 (LEVEL# 1)	TP	0.000000	0.500039	0.000000	0.015947	0.015947	0.000000

Bonus-Berechnungen

Einige geometrische Toleranzen haben einen Maximalen Materialmodifikator ^(M) (MMC) oder Geringstes-Material-Modifikator ^(L) (LMC). Dies bedeutet, dass, wenn die unabhängige Materialumhüllungsgröße (oder unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße für LMC) von der MMC (oder LMC) abweicht, zusätzliche Toleranz oder "Bonus"-Toleranz zu der Toleranz im TR-Rahmen hinzugefügt wird, was eine Gesamttoleranz ergibt. Für die Elementberechnung **STANDARD** ist die gemessene Bonustoleranz die Differenz zwischen Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis und einer der Größengrenzen. Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen. Für die Elementberechnung **LSQ** ist die gemessene Bonustoleranz die Differenz zwischen der globalen Größe der kleinsten Quadrate und einer der Größengrenzen.

Die gemessene Bonustoleranz wird auf folgende Weise berechnet.

- Bei MMC-Toleranzen für äußere Elemente ist der Bonus die obere Grenze der Größe (die MMC-Größe) abzüglich der Größe mit Umkreis (außerhalb der Materialhülle) oder die Größe der kleinsten Quadrate (abhängig vom Elementberechnungstyp).

Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl

- Bei MMC-Toleranzen für innere Elemente ist der Bonus die obere Grenze der Größe (die MMC-Größe) abzüglich der Größe mit Innenkreis (außerhalb der Materialhülle) oder die Größe der kleinsten Quadrate (abhängig vom Elementberechnungstyp) abzüglich der unteren Größengrenze (die MMC-Größe).
- Bei LMC-Toleranzen für äußeren Elemente ist der Bonus die obere Grenze der Größe (die MMC-Größe) abzüglich der Größe mit Innenkreis (innerhalb der Materialhülle) oder die Größe der kleinsten Quadrate (abhängig vom Elementberechnungstyp) abzüglich der unteren Größengrenze (die LMC-Größe).
- Bei LMC-Toleranzen für innere Elemente ist der Bonus die obere Grenze der Größe (die LMC-Größe) abzüglich der Größe mit Umkreis (innerhalb der Materialhülle) oder die Größe der kleinsten Quadrate (abhängig vom Elementberechnungstyp).

In jedem Fall ist der Bonus begrenzt, so dass er niemals negativ ist und niemals die Gesamtgrößentoleranz (die obere Grenze der Größe abzüglich der unteren Grenze der Größe) überschreitet.

Die Auswahl von ISO-Größenmodifikatoren hat keinen Einfluss auf die Bonusberechnung. Bonuswerte werden immer wie oben beschrieben berechnet.

Protokoll

Ohne lokale Größe

Wenn Sie keine lokale Größe angeben, sieht das Größenetikett des Protokolls wie folgt aus:

FCFLOC5 Size		MM	SØ 31.75 +0.025/-0.025			LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
SPH1	31.750000	0.025000	-0.025000	31.751629	0.001629	0.000000	
SPH2	31.750000	0.025000	-0.025000	31.748836	-0.001164	0.000000	

Die Kopfzeile zeigt die Merkmals-ID der Toleranz, die Maßeinheiten (MM oder IN), die Größenangabe, den Berechnungstyp (in diesem Fall **LSQ**) und die Norm (in diesem Fall ASME Y14.5). Die Tabelle unten zeigt die gemessenen Größen jeder Kugel.

Mit globalen und lokalen Größen

Wenn Sie globale Größen und lokale Größen angeben, enthält das Größenetikett zusätzliche Zeilen, wobei LS als Suffix für die schlechtesten lokalen Größen hinzugefügt wird. Zum Beispiel "SPH1 - LS". Bei ASME-Toleranzen auf Zylindern steht in der Kopfzeile auch, ob die lokale Größeninterpretation GEGENÜBER oder KREISFÖRMIG

ist. Wenn globale Größen und lokale Größen angegeben werden, sieht das Protokoll wie folgt aus:

FCFLOC5 Size		MM	SØ 31.75 +0.025/-0.025 OPPOSED			LSQ	ASME Y14.5 2018
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
SPH1	31.750000	0.025000	-0.025000	31.751629	0.001629	0.000000	
SPH1 - LS	31.750000	0.025000	-0.025000	31.731449	-0.018551	0.000000	
SPH2	31.750000	0.025000	-0.025000	31.748836	-0.001164	0.000000	
SPH2 - LS	31.750000	0.025000	-0.025000	31.734986	-0.015014	0.000000	

Ohne globale Größe

Wenn ISO 17450-3 Anwendung findet, wird keine globale Größe angegeben. Stattdessen werden MIN und MAX als Suffix für die ungünstigsten lokalen Größen in beiden Richtungen hinzugefügt. Das Protokoll sieht wie folgt aus:

LOC12 Size		MM	Ø 152.4 +/- 5			DEFAULT	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL2 - MIN	152.400	5.000	-5.000	152.477	0.077	0.000	
CYL2 - MAX	152.400	5.000	-5.000	152.830	0.430	0.000	
CYL3 - MIN	152.400	5.000	-5.000	152.490	0.090	0.000	
CYL3 - MAX	152.400	5.000	-5.000	152.848	0.448	0.000	

Mit ISO 14405 Größenmodifikatoren

Wenn ISO 14405-Größenmodifikatoren angewendet werden, werden die Details in der Kopfzeile aufgelistet, wobei der entsprechende Suffix zum Elementnamen hinzugefügt wird, wie unten gezeigt:

FCFLOC3 Size		MM	Ø 30 [+0.1 LP] - [-0.1 GX]			MODIFIER	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL1 - LP	30.000000	0.100000	0.100000	29.957540	-0.042460	0.000000	
CYL1 - GX	30.000000	0.100000	0.100000	29.919873	-0.080127	0.000000	

Ableitung des tolerierten Elements

Einführung

Bei den meisten Spezifikationstypen ist das tolerierte Element die Oberflächendaten des betrachteten Elements. Bei geometrischen Orts- und Orientierungstoleranzen (Position, Konzentrität, Symmetrie, Rechtwinkligkeit, Parallelität und Neigung) wird das tolerierte Element jedoch aus den Oberflächendaten des betrachteten Elements abgeleitet. Dies gilt für Kugeln, Zylinder, Kreise, Kegel, Breiten, Löcher und Kerben.

Dies gilt auch für die planaren Elemente des Tangentialebenen-Modifikator. Jeder Typ des betrachteten Elements wird anders behandelt. Dieses Thema behandelt Elemente mit Oberflächendaten, Elemente ohne Oberflächendaten (einschließlich Mittelebenen und Mittellinien) und schließlich den Tangentialebenen-Modifikator. Informationen zu den Befehlstypen mit und ohne Oberflächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Oberflächendaten".

An mehreren Stellen weiter unten diskutieren wir die Stützebene. Auto-Elemente Zylinder, Kreis und Kegel können eine Stützebene besitzen:

- Wenn das Element ein Stützelement besitzt, ist das Stützelement die Stützebene.
- Wenn das Element einen Stützpunkt hat, geht die Stützebene durch diesen Messpunkt und ist nominell an den gemessenen Bezugspunkten orientiert.
- Wenn das Element drei oder mehr Stützpunkte hat, ist die Stützebene die Ebene mit den kleinsten Quadraten für diese Stützpunkte.
- Wenn für das Element weder Stützpunkte noch Stützelemente ausgewählt sind, gibt es keine Stützebene.

Wenn es eine Stützebene gibt, gibt es auch eine Startebene, die die Achse am Startpunkt schneidet. Die nominale Stützebene darf von der nominalen Startebene versetzt sein, da die nominale Stützebene die nominale Achse am Startpunkt möglicherweise nicht schneidet. Die gemessene Startebene liegt parallel zur gemessenen Stützebene und ist nominell von ihr versetzt.



ISO-assozierte Toleranzmerkmal-Modifikatoren (ATFM)



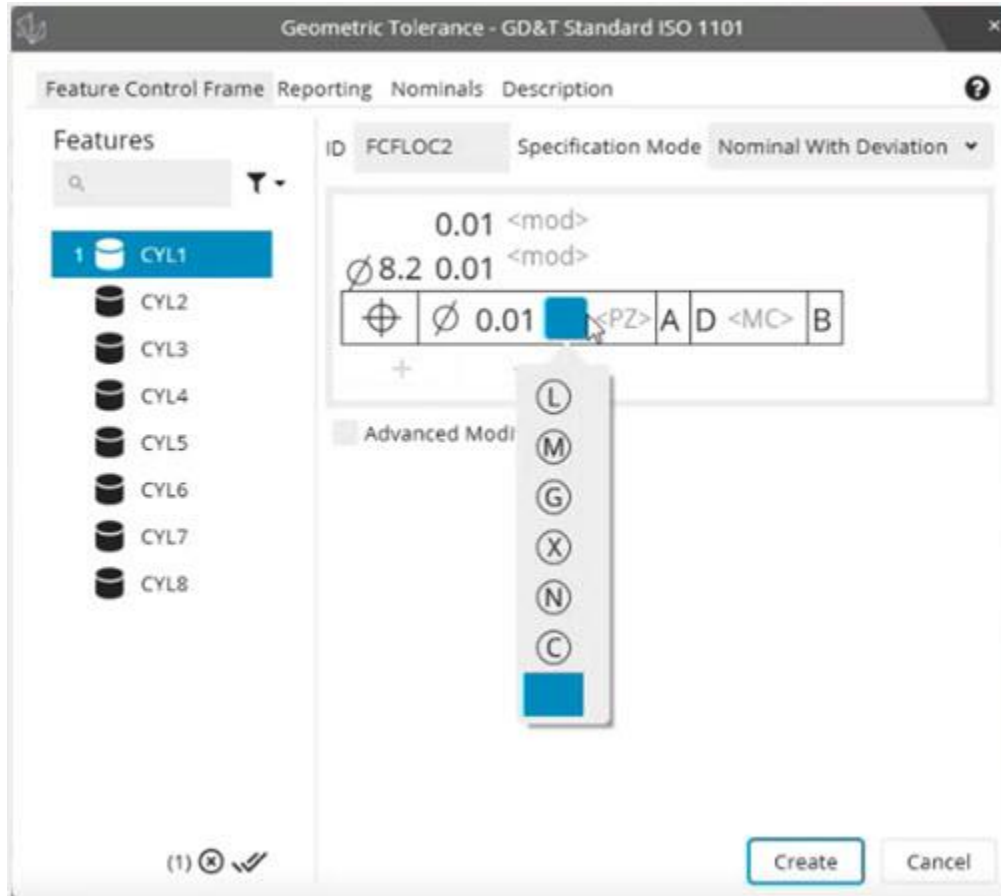
Weitere Informationen für ISO ATFM siehe Abschnitt 8.2.2.2.2 in der ISO 1101:2017.

ISO-assozierte Toleranzmerkmal-Modifikatoren (ATFM)

- Elementmodifikator **MinMax (Chebyshev)** – Dieser Elementmodifikator ist für die folgenden Elementtypen verfügbar: Kreis, Kegel, Zylinder, Linie, Ebene und Breite.
- Elementmodifikator **Kleinste Quadrate (Gaussian)** – Dieser Elementmodifikator ist für die folgenden Elementtypen verfügbar: Kreis, Kegel, Zylinder, Linie, Ebene und Breite.
- Elementmodifikator **Hüllkreis** – Dieser Elementmodifikator ist für die folgenden Elementtypen verfügbar: Kreis, Kegel, Zylinder, Linie, Ebene und Breite.

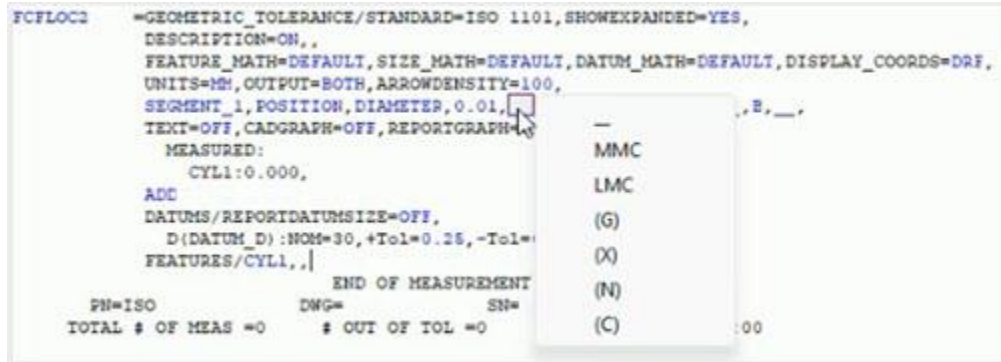
-  Elementmodifikator **Pferchkreis** – Dieser Elementmodifikator ist für die folgenden Elementtypen verfügbar: Kreis, Kegel, Zylinder, Linie, Ebene und Breite.
-  Elementmodifikator **Tangente** – Dieser Elementmodifikator ist nur für Elementtypen verfügbar, die als Ebene betrachtet werden.

Sie können den zugehörigen Toleranzmerkmal-Modifikator im Toleranzbereich des Toleranzrahmens im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** hinzufügen.



Sie können den zugehörigen Toleranzmerkmal-Modifikator auch im Bearbeitungsfenster auswählen, wenn Sie sich im Befehlsmodus befinden:

Ableitung des tolerierten Elements



Wenn Sie den Modifikator aus dem Bearbeitungsfenster auswählen, zeigt FEATURE_MATH "MODIFIER_SELECTED" an, und der ausgewählte Modifikator überschreibt die übliche Elementanpassung **STANDARD** oder **LSQ**.



Sie können einen zugehörigen Toleranzelement-Modifikator nicht mit einem Materialbedingungen-Modifikator (MMC oder LMC) kombinieren.

Der resultierende Bericht zeigt die ausgewählten Modifikatoren und die entsprechenden Berechnungstypen an:

FCFLOC2 Size		MM	Ø 8.2 +/- 0.01			DEFAULT	ISO 1101
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
CYL1 - MAX	8.200000	0.010000	0.010000	8.200000	0.000000	0.000000	
CYL1 - MIN	8.200000	0.010000	0.010000	8.200000	0.000000	0.000000	

FCFLOC2		MM	Φ 0.1 (G) A D B			MODIFIER DEFAULT	ISO 1101
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	BONUS
CYL1 (START PT)	TP	0.000000	0.100000	0.000000	0.13112	0.01112	0.000000




Diagram illustrating the FCFLOC2 report structure and annotations:

- 1. Points to the **DEFAULT** field in the **FCFLOC2 Size** table.
- 2. Points to the **AX** field in the **Feature** table.
- 3. Points to the **MODIFIER** field in the **Feature** table.

1. Berechnungstyp GROESSE
2. Berechnungstyp ELEMENT (zeigt an, dass ein Modifikator ausgewählt wurde)
3. Berechnungstyp BEZUG

ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM)

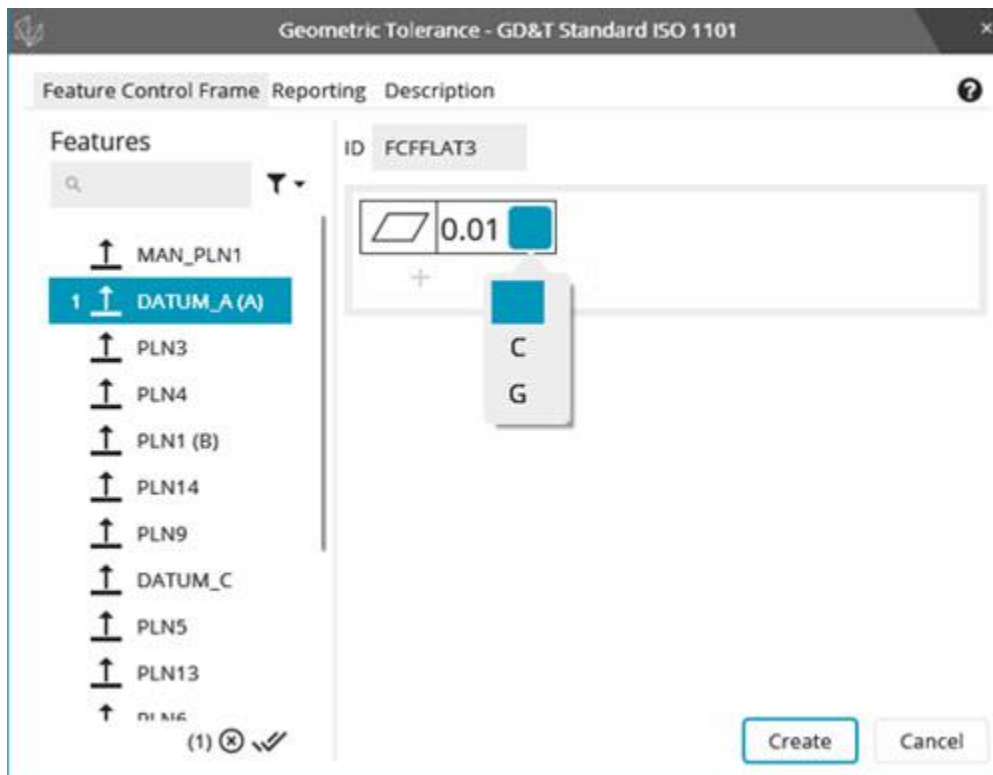


Für Details zu den ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM) siehe Abschnitt 8.2.2.3.1 in der ISO 1101:2017.

Ab PC-DMIS 2025.1 unterstützt der Geometrische Toleranzbefehl die folgenden ISO-Bezugselement-Assoziationsmodifikatoren (RFAM):

- **C - MinMax (Chebyshev)** Element ohne Einschränkung: Dieser Bezugselement-Assoziationsmodifikator ist für Toleranzen wie Zirkularität, Zylindrizität, Ebenheit und Geradheit der Oberfläche verfügbar.
- **C - Kleinste Quadrate (Gauss)** Element ohne Einschränkung: Dieser Bezugselement-Assoziationsmodifikator ist für Toleranzen wie Zirkularität, Zylindrizität, Ebenheit und Geradheit der Oberfläche verfügbar.

ISO RFAMs sind nicht anwendbar auf die Geradheit der Achse. Sie können einen RFAM zum Toleranzbereich des Toleranzrahmen im Dialogfeld **Geometrische Toleranz** hinzufügen, wie hier gezeigt:



Sie können den zugehörigen RFAM auch im Bearbeitungsfenster auswählen, wenn Sie sich im Befehlsmodus befinden:

Ableitung des tolerierten Elements




Wenn Sie den Modifikator aus dem Bearbeitungsfenster auswählen, zeigt TOLERANCE_ZONE_MATH "MODIFIER_SELECTED" an, und der ausgewählte Modifikator überschreibt die übliche Elementanpassung **STANDARD** oder **LSQ**.



Sie können einen zugehörigen Bezugselement-Modifikator nicht mit einem Materialbedingungen-Modifikator (MMC oder LMC) kombinieren.

Der resultierende Bericht zeigt die ausgewählten Modifikatoren und die entsprechenden Berechnungstypen an:

FCFFLAT3	MM	 0.500039 C	MODIFIER	ISO 1101		
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
PLN1_DCC	0.000000	0.500039		0.005867	0.005867	0.000000

1. Berechnungstyp TOLERANCE_ZONE_MATH (zeigt an, dass ein Modifikator ausgewählt wurde)

Elementberechnungstypen

Wie in "Spezifikation versus Verifikation" in "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen" besprochen, bieten wir mehrere Berechnungstypen für die Berechnung toleranter Elemente. PC-DMIS bietet zwei solcher Berechnungstypen für Elemente mit gemessenen Oberflächendaten: **STANDARD** und **LSQ**. Was sie tun, wird im Folgenden beschrieben. In den meisten Fällen ist **STANDARD** eine gute Wahl, wenn die Messunsicherheit der Oberflächendaten viel geringer ist als der Formfehler der Oberfläche, da die Berechnung der Spezifikation ähnlich ist.

Die Elementberechnungsoption **LSQ** verwendet eine Einfache Einpassung mit den kleinsten Quadraten auf Grundlage der Oberflächendaten. Dieser Algorithmus ist mathematisch etwas anders als die Spezifikation, aber er ist eine bessere Wahl als **STANDARD**, wenn die Messunsicherheit jedes Punktes viel größer ist als der Formfehler der Oberfläche.

Weitere Informationen finden Sie unter "Spezifikation versus Verifizierung".

Sphärische Elemente mit Oberflächendaten

Das tolerierte Element ist ein 3D-Punkt, wenn das betrachtete Element eine Kugel ist. Wenn das sphärische Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element wie folgt konstruiert:

Es wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator RFS (kein Materialmodifikator) oder MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Daher erzeugt der Berechnungstyp **STANDARD** normalerweise das Hüllelement ohne Bezug (UAME), es sei denn, der Modifikator ist LMC. In diesem Fall erzeugt der Berechnungstyp die unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße (UAMME). Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Der Mittelpunkt der angepassten Kugel ist das tolerierte Element.

Zylindrische Elemente mit Oberflächendaten nach ASME Y14.5

Das tolerierte Element ist eine Achse, wenn das betrachtete Element ein Zylinder ist. Unter ASME Y14.5, wenn ein zylindrisches Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element auf folgende Weise konstruiert:

Zuerst wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator RFS (kein Materialmodifikator) oder MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Daher erzeugt der Berechnungstyp **STANDARD** normalerweise das Hüllelement ohne Bezug (UAME), es sei denn, der Modifikator ist LMC. In diesem Fall erzeugt der Berechnungstyp die unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße (UAMME). Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Zweitens wird eine Extrapolation ausgewählt. Sie basiert darauf, ob eine Stützebene verfügbar ist und ob ein Modifikator für die projizierte Zone vorhanden ist:

- Wenn es keine Stützebene und keinen Modifikator für die projizierte Zone gibt, wird die Achse der besten Anpassung auf die nominalen Endflächen des Zylinders extrapoliert. Die Nennstirnflächen des Zylinders sind nominell ausgerichtet und liegen auf den gemessenen Bezugspunkten. Wenn es einen Modifikator für die projizierte Zone gibt, beginnt die Extrapolation an der nominalen Startfläche des Zylinders. Sie setzt sich von der Stirnfläche weg fort, bis sie im projizierten Abstand auf die zur Startebene parallele nominale Projektionsebene trifft.
- Wenn eine Stützebeben vorhanden ist, beginnt die Extrapolation an der gemessenen Startebene.

Die extrapolierte bestpassende Achse ist das tolerierte Element.

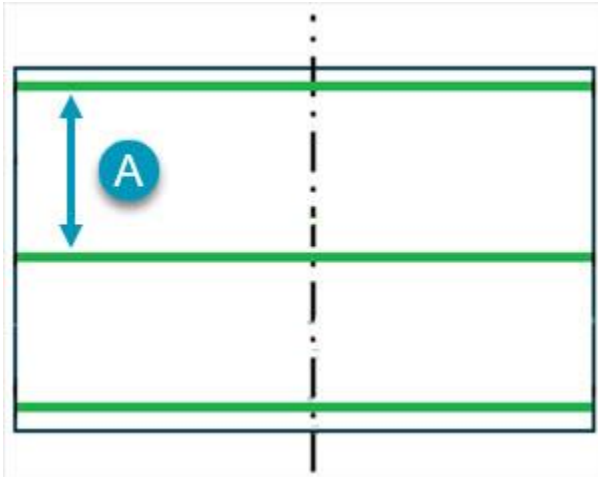
Zylindrische Elemente mit Oberflächendaten nach ISO 1101

Das tolerierte Element ist eine Achse, wenn das betrachtete Element ein Zylinder ist. Unter ISO 1101, wenn ein konisches Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element auf folgende Weise konstruiert:

Zunächst bestimmt PC-DMIS, ob ISO 17450-3 : 2016 anwendbar ist oder nicht. Für PC-DMIS gilt sie, wenn es keinen Material-Modifikator und ein zugehöriger Toleranzmerkmal-Modifikator, keine projizierte Zone. und der Elementberechnungstyp **STANDARD** ist.

Wenn ISO 17450-3 gilt und die Oberflächendaten in Querschnitten gemessen wurden, ist das tolerierte Element eine unvollkommene Achse. Jeder Querschnitt ist mit einem Kreis der kleinsten Quadrate versehen. Der Vektor jedes Kreises ist der Vektor der Achse der kleinsten Quadrate des gesamten Zylinders. Die Mittelpunkte der Kreise bilden das tolerierte Element. Dieses Verfahren stimmt eng mit der Spezifikation in ISO 17450-3 überein. Wenn die Oberflächendaten nicht in Querschnitten gemessen wurden, versucht PC-DMIS, die Daten automatisch auf folgende Weise zu unterteilen:

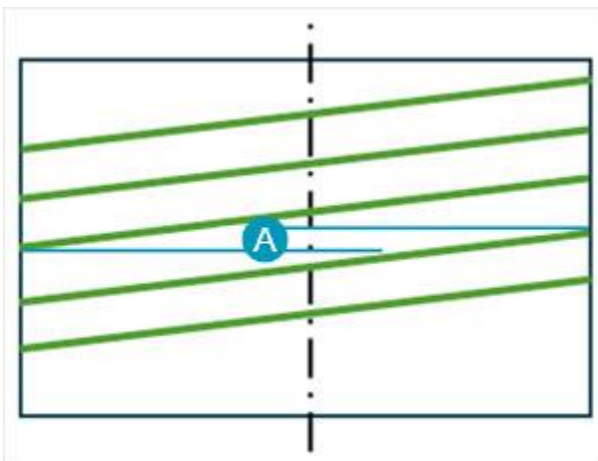
- Wenn der Zylinder in klaren Querschnitten gemessen wurde, das heißt, mehrere eindeutige Ebenen mit einem leicht erkennbaren Abstand zwischen jeder Ebene, dann verwendet PC-DMIS diese klaren Querschnitte.



A - Spalt

Eindeutig erkennbarer Abstand zwischen dem Ende einer Ebene und dem Beginn der nächsten. Drei Querschnitte werden zurückgegeben.

- Wenn der Zylinder nicht in klaren Querschnitten gemessen wurde, aber die Daten einem sauberen Spiral-Muster folgen, teilt PC-DMIS die Spirale in mehrere Querschnitte, die der Anzahl der Umdrehungen in der Spirale entsprechen (vorausgesetzt, die Spirale hat mehr als zwei Umdrehungen).

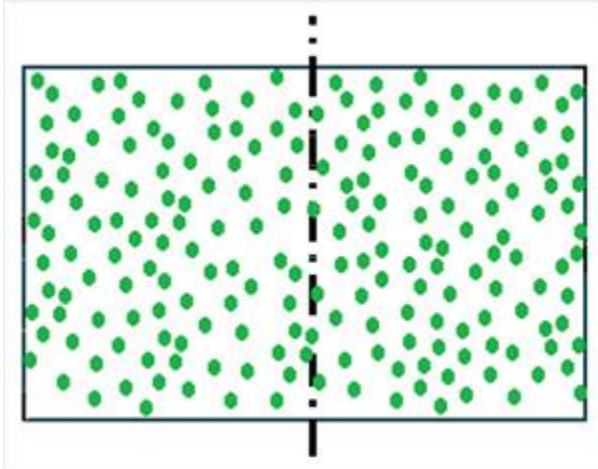


A - Kein Spalt

In diesem Beispiel können Sie eine kontinuierliche Spirale oder überlappende Start- und Endpunkte sehen. Fünf Querschnitte werden zurückgegeben.

- Wenn der Zylinder weder in klaren Querschnitten noch in einem klaren Spiral-Muster gemessen wurde, unternimmt PC-DMIS einen Best-Effort-Versuch, die Daten in Querschnitte zu unterteilen.

Ableitung des tolerierten Elements



In diesem Beispiel können Sie sehen, dass kein erkennbares Muster vorhanden ist. Die Anzahl der zurückgegebenen Querschnitte hängt von der Punktverteilung und -dichte ab.

Nachdem PC-DMIS den Zylinder in Querschnitte unterteilt hat, verwirft es jeden Abschnitt, der weniger als 90 Grad Bogenlänge hat. Der entsprechende Kreismittelpunkt ist nicht im tolerierten Element enthalten.

In einigen Fällen führt das oben beschriebene Verfahren zu keinen Kreismittelpunkten. For example, spiral scans with two or fewer revolutions or all cross sections were found to have less than 90 degrees of arc. In solchen Fällen ist es nicht möglich, der Beschreibung in ISO 17450-3 so genau zu folgen, daher verwendet PC-DMIS eine Annäherung. Konkret ist das tolerierte Element die Achse des Zylinders mit den kleinsten Quadraten, extrapoliert auf die Endpunkte der gemessenen Oberflächendaten.

Wenn ISO 17450-3 nicht anwendbar ist, wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp LSQ führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator RFS (kein Materialmodifikator) oder MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Wenn ISO 17450-3 nicht anwendbar ist und nachdem eine Anpassung berechnet wurde, wird eine Extrapolation gewählt. Die Extrapolation basiert darauf, ob eine Stützebene verfügbar ist, und darauf, ob ein Modifikator für die projizierte Zone vorhanden ist:

- Wenn es keine Stützebene und keinen Modifikator für die projizierte Zone gibt, wird die Achse der besten Anpassung auf die nominalen Endflächen des Zylinders extrapoliert. Die Nennstirnflächen des Zylinders sind nominell ausgerichtet und liegen auf den gemessenen Bezugspunkten. Wenn es einen Modifikator für die projizierte Zone gibt, beginnt die Extrapolation an der nominalen Startfläche des Zylinders. Sie setzt sich von der Stirnfläche weg fort, bis sie im projizierten Abstand auf die zur Startebene parallele nominale Projektionsebene trifft.
- Wenn eine Stütze eben vorhanden ist, beginnt die Extrapolation an der gemessenen Startebene.

Die extrapolierte bestpassende Achse ist das tolerierte Element.

Kreisförmige Elemente mit Oberflächendaten nach ASME Y14.5

Das tolerierte Element ist ein 2D-Punkt, wenn das betrachtete Element ein Kreis ist. Unter ASME Y14.5, wenn ein kreisförmiges Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element auf folgende Weise konstruiert:

Zuerst wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator RFS (kein Materialmodifikator) oder MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Daher erzeugt der Berechnungstyp **STANDARD** normalerweise das Hüllelement ohne Bezug (UAME), es sei denn, der Modifikator ist LMC. In diesem Fall erzeugt der Berechnungstyp die unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße (UAMME). Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Zweitens wird eine Projektion ausgewählt, je nachdem, ob eine Stützebene vorhanden ist:

- Wenn es keine Stützebene gibt, wird der Mittelpunkt der Besteinpassung auf die nominale Startebene des Kreises projiziert. Die nominale Startebene ist nominell orientiert und liegt auf den gemessenen Bezugspunkten.

Ableitung des tolerierten Elements

- Wenn es eine Stützebene gibt, wird der Mittelpunkt der Besteinpassung auf die gemessene Startebene projiziert.

Der projizierte Punkt ist das tolerierte Element.

Kreisförmige Elemente mit Oberflächendaten nach ISO 1101

Das tolerierte Element ist ein 2D-Punkt, wenn das betrachtete Element ein Kreis ist. Unter ISO 1101, wenn ein kreisförmiges Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element auf folgende Weise konstruiert:

Alle Möglichkeiten beinhalten die Anpassung eines Kreises.

Zunächst bestimmt PC-DMIS, ob ISO 17450-3 : 2016 anwendbar ist oder nicht. Für PC-DMIS gilt sie, wenn es keinen Material-Modifikator und ein zugehöriger Toleranzmerkmal-Modifikator, keine projizierte Zone. und der Elementberechnungstyp **STANDARD** ist.

Wenn ISO 17450-3 Anwendung findet, ist das tolerierte Element der Mittelpunkt des Kreises der kleinsten Quadrate.

Wenn ISO 17450-3 nicht anwendbar ist, wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Der Achsenvektor des Besteinpassungs-Kreises orientiert sich nominell an den gemessenen Bezugspunkten. Wenn es eine Stützebene gibt, steuert sie den Achsenvektor des Besteinpassungskreises in dem Maße, wie die gemessenen Bezugspunkte die Achsenvektoren nicht steuern.

Als nächstes wird eine Projektion ausgewählt, je nachdem, ob eine Stützebene vorhanden ist:

- Wenn es keine Stützebene gibt, wird der Mittelpunkt der Besteinpassung auf die nominale Startebene des Kreises projiziert. Die nominale Startebene ist nominell orientiert und liegt auf den gemessenen Bezugspunkten.

- Wenn es eine Stützebene gibt, wird der Mittelpunkt auf die gemessene Startebene projiziert. Die Ausrichtung der gemessenen Startebene hängt von der Anzahl der Stützpunktmesspunkte ab. Liegt nur ein Stützpunkte vor, übernimmt die gemessene Startebene die nominale Ausrichtung. Gibt es drei oder mehr Stützpunkte, übernimmt die gemessene Startebene ihre Ausrichtung von der gemessenen Stützebene.

Der projizierte Punkt ist das tolerierte Element.

Konische Elemente mit Oberflächendaten nach ASME Y14.5

Das tolerierte Element ist eine Achse, wenn das betrachtete Element ein Kegel ist. Unter ASME Y14.5, wenn ein konisches Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element auf folgende Weise konstruiert:

Zuerst wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus, so gewählt, dass sie sich außerhalb des Materials befinden. Daher erzeugt der Berechnungstyp **STANDARD** das Hüllelement ohne Bezug (UAME). Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen. Bei all diesen Einpassungen darf der Kegelwinkel vom Nennwinkel aus optimiert werden.

Zweitens wird eine Extrapolation ausgewählt. Sie hängt davon ab, ob Stützpunkte verfügbar sind:

- Wenn keine Stützebene vorhanden ist, wird die Besteinpassungs-Achse auf die nominalen Endflächen des Kegels extrapoliert. Die Nennstirnflächen des Konus sind nominell ausgerichtet und liegen auf den gemessenen Bezugspunkten.
- Wenn eine Stützeben vorhanden ist, beginnt die Extrapolation an der gemessenen Startebene.

Die extrapolierte bestpassende Achse ist das tolerierte Element.

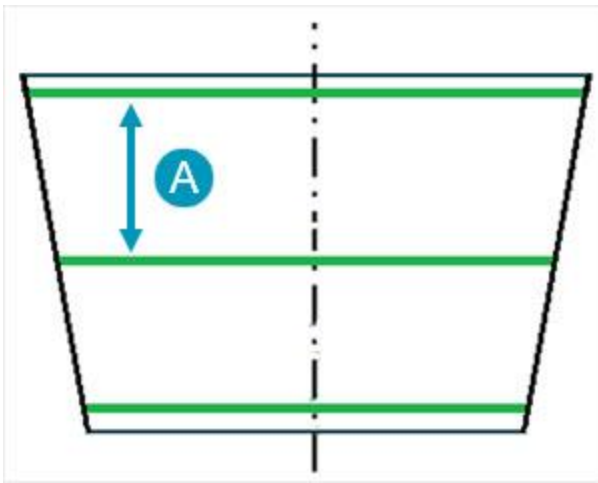
Konische Elemente mit Oberflächendaten nach ISO 1101

Das tolerierte Element ist eine Achse, wenn das betrachtete Element ein Kegel ist. Unter ISO 1101, wenn ein konisches Element Oberflächendaten hat, wird das tolerierte Element auf folgende Weise konstruiert:

Ableitung des tolerierten Elements

Wenn der Elementberechnungstyp **STANDARD** ist, entscheidet PC-DMIS, dass eine Verallgemeinerung von ISO 17450-3: 2016 angewendet wird, sodass das tolerierte Element eine unvollkommene Achse ist, die aus mehreren Querschnitten abgeleitet wird. Jeder Querschnitt ist mit einem Kreis der kleinsten Quadrate versehen. Der Vektor jedes Kreises ist der Vektor der Achse der kleinsten Quadrate des gesamten Kegels. Die Mittelpunkte der Kreise bilden das tolerierte Element. Dieses Verfahren stimmt eng mit der Spezifikation in ISO 17450-3 überein. PC-DMIS bestimmt die Querschnitte auf folgende Weise:

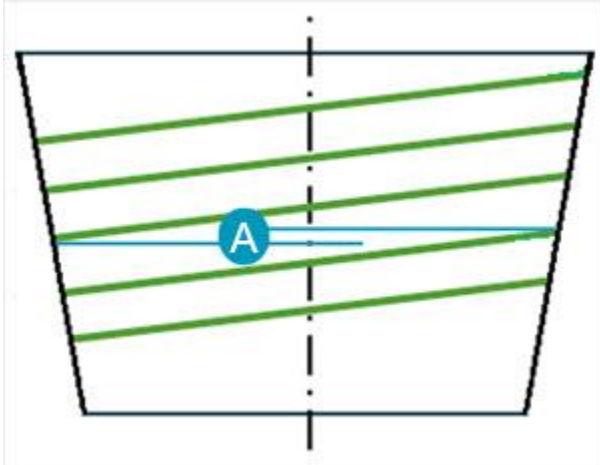
- Wenn der Kegel in klaren Querschnitten gemessen wurde, das heißt, mehrere eindeutige Ebenen mit einem leicht erkennbaren Abstand zwischen jeder Ebene, dann verwendet PC-DMIS diese klaren Querschnitte.



A - Spalt

Eindeutig erkennbarer Abstand zwischen dem Ende einer Ebene und dem Beginn der nächsten. Drei Querschnitte werden zurückgegeben.

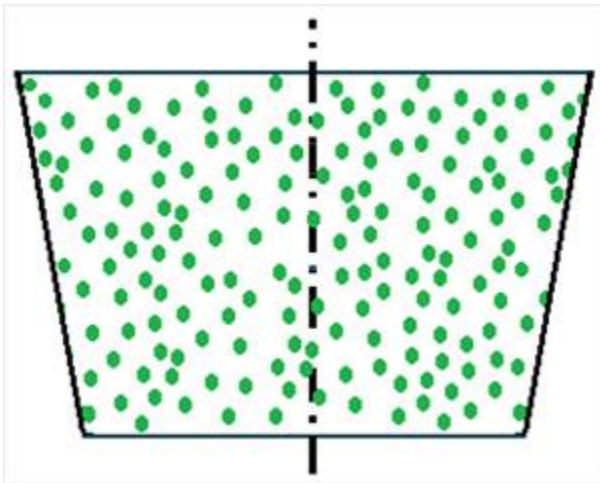
- Wenn der Kegel nicht in klaren Querschnitten gemessen wurde, aber die Daten einem sauberen Spiral-Muster folgen, teilt PC-DMIS die Spirale in mehrere Querschnitte, die der Anzahl der Umdrehungen in der Spirale entsprechen (vorausgesetzt, die Spirale hat mehr als zwei Umdrehungen).



A - Kein Spalt

In diesem Beispiel können Sie eine kontinuierliche Spirale oder überlappende Start- und Endpunkte sehen. Fünf Querschnitte werden zurückgegeben.

- Wenn der Kegel weder in klaren Querschnitten noch in einem klaren Spiral-Muster gemessen wurde, unternimmt PC-DMIS einen Best-Effort-Versuch, die Daten in Querschnitte zu unterteilen.



In diesem Beispiel können Sie sehen, dass kein erkennbares Muster vorhanden ist. Die Anzahl der zurückgegebenen Querschnitte hängt von der Punktverteilung und -dichte ab.

Nachdem PC-DMIS den Kegel in Querschnitte unterteilt hat, verwirft es jeden Abschnitt, der weniger als 90 Grad Bogenlänge hat. Der entsprechende Kreismittelpunkt ist nicht im tolerierten Element enthalten.

In einigen Fällen führt das oben beschriebene Verfahren zu keinen Kreismittelpunkten. For example, spiral scans with two or fewer revolutions or all cross sections were found

to have less than 90 degrees of arc. In solchen Fällen ist es nicht möglich, der Beschreibung in ISO 17450-3 so genau zu folgen, daher verwendet PC-DMIS eine Annäherung. Konkret ist das tolerierte Element die Achse des Kegels mit den kleinsten Quadraten, extrapoliert auf die Endpunkte der gemessenen Oberflächendaten.

Wenn der Elementberechnungstyp **LSQ** ist, entscheidet PC-DMIS, dass ISO 17450-3 : 2016 nicht anwendbar ist. Eine Anpassung der kleinsten Quadrate wird berechnet, um eine Achse der kleinsten Quadrate zu erzeugen. Der Kegelwinkel darf vom Nennwinkel aus optimiert werden. Als nächstes wird eine Extrapolation ausgewählt, basierend darauf, ob Stützpunkte verfügbar sind:

- Wenn keine Stützebene vorhanden ist, wird die Besteinpassungs-Achse auf die nominalen Endflächen des Kegels extrapoliert. Die Nennstirnflächen des Konus sind nominell ausgerichtet und liegen auf den gemessenen Bezugspunkten.
- Wenn eine Stützebene vorhanden ist, beginnt die Extrapolation an der gemessenen Startebene.

Die extrapolierte bestpassende Achse ist das tolerierte Element.

Breitenelemente mit Oberflächendaten nach ASME Y14.5

Das tolerierte Element ist eine Ebene, wenn das betrachtete Element eine Breite ist. Bitte beachten Sie, dass alle PC-DMIS-Breitenmerkmale Oberflächendaten haben. Unter ASME Y14.5, wenn das betrachtete Element eine Breite ist, wird das tolerierte Element wie folgt konstruiert:

Zuerst wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator RFS (kein Materialmodifikator) oder MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Daher erzeugt der Berechnungstyp **STANDARD** normalerweise das Hüllelement ohne Bezug (UAME), es sei denn, der Modifikator ist LMC. In diesem Fall erzeugt der Berechnungstyp die unabhängige minimale Materialumhüllungsgröße (UAMME). Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Zweitens werden die Oberflächenpunkte alle auf die Mittelebene der angepassten Breite projiziert. Das tolerierte Element ist dann das konvexe Polygon, das den Umfang dieser projizierten Oberflächenpunkte beschreibt. Mathematisch gesehen ist das tolerierte Element die konvexe Hülle der projizierten Oberflächenpunkte.

Breitenelemente mit Oberflächendaten nach ISO 1101

Das tolerierte Element ist eine Ebene, wenn das betrachtete Element eine Breite ist. Bitte beachten Sie, dass alle PC-DMIS-Breitenmerkmale Oberflächendaten haben. Unter ISO 1101, wenn das betrachtete Element eine Breite ist, wird das tolerierte Element wie folgt konstruiert:

Zunächst bestimmt PC-DMIS, ob ISO 17450-3 : 2016 anwendbar ist oder nicht. Für PC-DMIS gilt ISO 17450-3 : 2016, wenn es keinen Materialmodifikator gibt und der Elementberechnungstyp **STANDARD** ist.

Wenn ISO 17450-3 Anwendung findet, ist das tolerierte Element eine unvollkommene Ebene. Das tolerierte Element sind die Mittelpunkte der beiden entgegengesetzten Punktgrößen, wie in ISO 17450-3 und ISO 14405-1 beschrieben. Dieses Verfahren stimmt eng mit der Spezifikation in ISO 17450-3 überein.

Wenn ISO 17450-3 nicht anwendbar ist, wird ein Einpassungstyp ausgewählt, der auf dem Elementberechnungstyp (**STANDARD** oder **LSQ**) und auf dem Materialmodifikator basiert. Der Berechnungstyp **LSQ** führt immer eine Besteinpassung mit den Kleinsten Quadraten durch. Der Berechnungstyp **STANDARD** führt eine Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis aus. Wenn der Materialmodifikator RFS (kein Materialmodifikator) oder MMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie außerhalb des Materials liegt. Wenn der Materialmodifikator LMC ist, wird die Besteinpassung mit Inkreis oder Umkreis so gewählt, dass sie innerhalb des Materials liegt. Da traditionelle Einpassungen mit Inkreis und Umkreis notorisch instabil sind, verwendet PC-DMIS einen Algorithmus der kleinsten Quadrate mit Beschränkungen, um die Einpassungen mit Inkreis und Umkreis auf stabile Weise zu berechnen.

Wenn ISO 17450-3 nicht anwendbar ist und nachdem eine Anpassung berechnet wurde, werden die Oberflächenpunkte alle auf die angepasste Ebene projiziert. Das tolerierte Element ist dann das konvexe Polygon, das den Umfang dieser projizierten Oberflächenpunkte beschreibt. Mathematisch gesehen ist das tolerierte Element die konvexe Hülle der projizierten Oberflächenpunkte.

Elemente ohne Oberflächendaten

Für einige Typen der betrachteten Elemente gibt es keine Oberflächendaten (für Informationen siehe "Elementtypen mit und ohne Oberflächendaten"). Wenn das betrachtete Element keine Oberflächendaten hat, ist der Elementberechnungstyp im geometrischen Toleranzbefehl nicht verfügbar. In den meisten Fällen sollten Sie keine Elemente verwenden, die keine Oberflächendaten besitzen. Dies liegt daran, dass der geometrische Toleranzbefehl nicht in der Lage ist, das tolerierte Element aus den Oberflächendaten auf eine Weise zu konstruieren, die der ASME Y14.5 oder ISO 1101 entspricht. Stattdessen sind Sie dafür verantwortlich, das tolerierte Element gemäß allen anwendbaren Normen zu definieren.

Ableitung des tolerierten Elements

Bei axialen oder linearen Elementen ohne Oberflächendaten ist das tolerierte Element das Liniensegment vom gemessenen Startpunkt zum gemessenen Endpunkt. Für kreisförmige, sphärische und Punktelemente ohne Oberflächendaten ist das tolerierte Element der gemessene Schwerpunkt des Elements.

3D-konstruierte BF-Linien haben eine komplexere Handhabung. PC-DMIS interpretiert sie als Elemente ohne Oberflächendaten. Stattdessen interpretiert es die Eingabepunkte als Kreismittelpunkte von Kreisquerschnitten. Nach ISO 1101 entspricht diese Interpretation der ISO 17450-3 : 2016, und das tolerierte Element ist der Satz von Schwerpunkten. Unter ASME Y14.5 interpretiert PC-DMIS jedoch 3D-konstruierte BF-Linien auf die gleiche Weise wie andere axiale oder lineare Elemente ohne Oberflächendaten. In diesem Fall ist das tolerierte Merkmal das von Anfang bis Ende durchgehende Liniensegment (mit Ausnahme der Geradheitstoleranzen einer Achse, die alle Eingabeschwerpunkte verwenden).

Die mittlere Ebene ist das einzige ebene Element ohne Oberflächendaten, das als betrachtetetes Element zugelassen ist. In den meisten Fällen sollten Sie 3D-Breiten anstelle von Mittelebenen verwenden (und 2D-Breiten anstelle von Mittellinien und 1D-Breiten anstelle von Mittelpunkten). Der Befehl "Mittelebene" wird weiterhin unterstützt, so dass alte Programme auch nach der Migration zu PC-DMIS 2020 R2 oder später weiterhin funktionieren. Da PC-DMIS nach wie vor die Mittelebene für diese Altanwendungen unterstützt, ähnelt seine Interpretation im Befehl für geometrische Toleranz der Interpretation von XactMeasure. Insbesondere interpretiert PC-DMIS Mittelebenen so, dass sie vier Ecken haben, die in der Mittelebene liegen, und das tolerierte Element besteht aus dem Rechteck zwischen diesen vier Ecken.

Löcher und Kerben

Löcher und Kerben werden als 2D-Breiten ohne Flächendaten behandelt. Das heißt, das tolerierte Element ist eine Linie, die auf dem Schwerpunkt des Elements zentriert ist. Bei Löchern kann der Benutzer wählen, ob das Loch in der Breite oder in der Länge betrachtet wird, wie in "Löcher_Länge_versus_Breite" beschrieben:

Bei einem Loch in Breitenrichtung ist die Größe des Loches die Breite des Loches, und das Toleranzfeld steuert die Position in Breitenrichtung. Das bedeutet, dass die tolerierte Elementlinie parallel zur Länge des Lochs verläuft und so lang wie die Länge des Lochs ist.

Bei einem Loch in Längenrichtung ist die Größe des Loches die Länge des Loches, und das Toleranzfeld steuert die Position in Längsrichtung. Das bedeutet, dass die tolerierte Elementlinie parallel zur Breite des Lochs verläuft und so lang wie die Breite des Lochs ist.

Bei Löchern ist die Größe des Loches die Länge des Loches, und das Toleranzfeld steuert die Position in Längsrichtung. Das bedeutet, dass die

tolerierte Elementlinie parallel zur Breite der Kerbe verläuft und so lang wie die Breite der Kerbe ist.

Tangentialebenen-Modifikator

Meistens handelt es sich bei den tolerierten Elementen bei ebenen betrachteten Merkmalen um die Oberflächendaten des betrachteten Elements. Durch den Tangentialebenen-Modifikator unterscheidet sich das tolerierte Element jedoch von den Oberflächendaten. Winkelabweichung, Parallelität, Rechtwinkligkeit und Positionstoleranzen auf Ebenen dürfen den Tangentialplattenmodifikator verwenden. Das tolerierte Element wird auf die folgende Weise abgeleitet.

Zunächst wird eine von außen nach außen auf das Material beschränkte Ebene der kleinsten Quadrate so angepasst, dass der Einfluss von Oberflächenhöhlräumen beseitigt wird. Dies ist die gleiche Art und Weise, wie primäre Bezugsebenen unter ASME Y14.5 mit der Bezugsberechnung **STANDARD** eingepasst werden, und die gleiche Art und Weise, wie primäre Bezugsebenen unter ISO 1101 mit der Bezugsberechnung **CL2** eingepasst werden. Wir verwenden diese Berechnung, weil (1) sie außerhalb des Materials liegt, (2) sie das Verhalten einer Oberflächenplatte recht gut nachahmt und (3) sie im Vergleich zu anderen Einpassungen außerhalb des Materials stabil ist.

Anschließend werden die Oberflächenpunkte alle auf die Ebene der kleinsten Quadrate projiziert. Das tolerierte Element ist dann das konvexe Polygon, das den Umfang dieser projizierten Oberflächenpunkte beschreibt. Mathematisch gesehen ist das tolerierte Element die konvexe Hülle der projizierten Oberflächenpunkte.

Simultane Toleranzen

Es sollen viele geometrische Toleranzen gleichzeitig berücksichtigt werden. Wenn sich z. B. die Position und/oder das Profil einer Flächenangabe auf denselben teilweise gebundenen Bezugsrahmen beziehen, sollten Sie sie normalerweise gleichzeitig berücksichtigen. Weitere Einzelheiten finden Sie in den folgenden Standards:

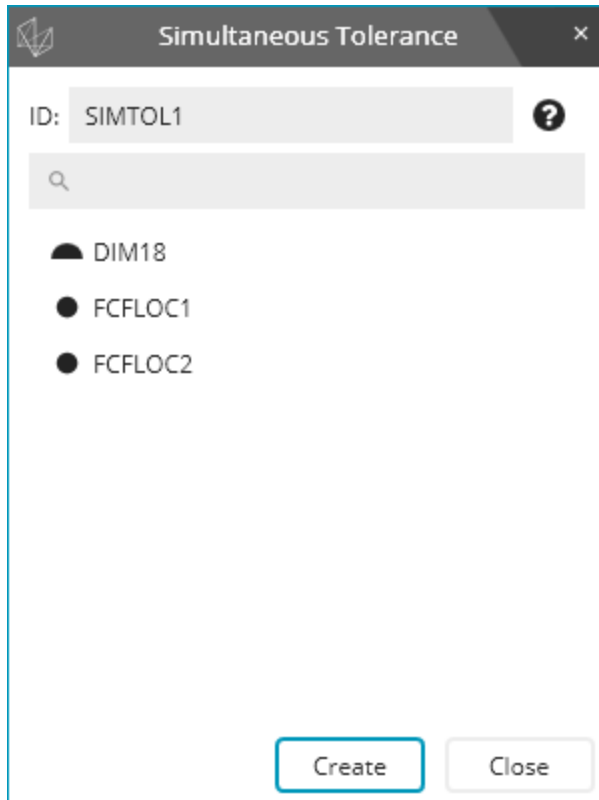
- ASME Y14.5 - 1994 Abschnitte 4.5.12 und 5.3.6
- ASME Y14.5 - 2009 Abschnitt 4.19
- ASME Y14.5 - 2018 Abschnitt 7.19
- ISO 5458 - 1998

Es liegt in Ihrer Verantwortung zu wählen, welche geometrischen Toleranzen gleichzeitig berücksichtigt werden sollen. Zu diesem Zweck erstellen Sie einen simultanen Toleranzbefehl für jeden Satz simultaner geometrischer Toleranzen.

PC-DMIS kann die Spezifikationen für Profil einer Linie gleichzeitig berücksichtigen, sofern sie mindestens einen Bezugspunkt haben, was jedoch nicht empfohlen wird. Weitere Informationen finden Sie unter "Profil einer Linie".

Definieren einer Simultantoleranz

1. Wählen Sie im Menü **Einfügen | Merkmal | Simultantoleranz**, um das Dialogfeld **Simultantoleranz** zu öffnen:



2. Ändern Sie bei Bedarf die Merkmals-ID.
3. Wählen Sie aus, welche geometrischen Toleranzbefehle zur Simultantoleranz gehören.
4. Nachdem Sie einen geometrischen Toleranzbefehl ausgewählt haben, filtert sich die Liste selbst, so dass Sie nur Merkmale mit demselben Bezugsrahmen sehen, wie der erste Toleranzbefehl, den Sie ausgewählt haben.

Befehlsmodus-Syntax

Im Bearbeitungsfenster sieht die Befehlsmodus-Syntax wie folgt aus:



SIMTOL2

=SIMULTANE_TOLERANZ/FCFLOC2,FCFLOC5,FCFPROF12,,

Wie im Dialogfeld sind die einzigen Steuerelemente im Bearbeitungsfenster für die Merkmals-ID und welche geometrischen Toleranzbefehle zur Simultantoleranz gehören.

Verhalten

Betrachten Sie den simultanen Toleranzbefehl als eine Anmerkung oder Anweisung. Wenn Sie ihn ausführen, geschieht nichts. Er erscheint auch nicht im Protokoll. Stattdessen ändert der simultane Toleranzbefehl die Art und Weise, wie die geometrischen Toleranzen bewertet werden.

Während der Ausführung wissen die geometrischen Toleranzbefehle, dass sie zum simultanen Toleranzbefehl gehören. Sie wissen auch, welche der anderen geometrischen Toleranzbefehle ebenfalls zum simultanen Toleranzbefehl gehören. Wenn Sie alle Eingaben zu allen simultanen Toleranzen gemessen haben (so dass die Toleranz zur Auswertung bereit ist), findet die simultane Berechnung statt. Wenn Sie nicht alle Eingabeelemente gemessen haben, ist die Toleranz nicht auswertungsbereit. In diesem Fall zeigt PC-DMIS vorübergehend die Meldung "Warten auf Auswertung" in allen geometrischen Toleranzbefehlen im Simultansatz an. Die Meldung gibt an, welche geometrische Toleranz die Verzögerung verursacht, sowie alle nicht gemessenen Elemente. In Ihrem Protokoll wird anstelle eines Messwerts vorübergehend auch "Warten" angezeigt. Sobald Sie alle eingegebenen Elemente gemessen haben, aktualisiert PC-DMIS das Bearbeitungsfenster und das Protokoll mit den gemessenen Werten.

Das Protokoll für eine Toleranz, die in einen Simultansatz gehört, sieht wie folgt aus:

FCFLOC8		MM	⊕ ∅ 0.1 (M) D N (M) O (M) : SIMTOL2 LSQ				ASME Y14.5 2018	
Feature	AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	BONUS	OUTTOL
	X	57.150000			57.211490	0.061490		
	Z	101.600000			101.529825	-0.070175		
DAT_Y1_Z1	TP	0.000000	0.100000	0.000000	0.186606	0.186606	0.024326	0.062280
	X	-209.550000			-209.559500	-0.009500		
	Z	-25.400000			-25.493130	-0.093130		
DAT_Y2	TP	0.000000	0.100000	0.000000	0.187227	0.187227	0.024740	0.062487

Das Protokoll ist im Wesentlichen dasselbe wie alle anderen geometrischen Toleranzen. PC-DMIS zeigt das Etikett im Protokoll an derselben Stelle an, an der es sich befinden würde, wenn es keine gleichzeitige Toleranz gäbe. Sie können anhand des Textes in der Kopfzeile des Etiketts erkennen, ob eine Toleranz gleichzeitig berücksichtigt wurde. Im obigen Bild zum Beispiel ist SIMTOL2 dieser Text. Er gibt an, zu welchem simultanen Toleranzbefehl der geometrische Toleranzbefehl gehört.

PC-DMIS berücksichtigt niedrigere Segmente der zusammengesetzten Positions- oder Profiltoleranzen nicht gleichzeitig. Das obere Segment ist gleichzeitig mit anderen Toleranzbefehlen, aber PC-DMIS berücksichtigt alle unteren Segmente unabhängig von allem anderen.

Empfehlungen zur Strukturierung von Messroutinen

Beachten Sie, dass PC-DMIS während der Ausführung bei der Berechnung jeder einzelnen geometrischen Toleranz innerhalb des simultanen Satzes vorübergehend die Meldung "Warten" anzeigt, bis alle Toleranzen des simultanen Satzes berechnet wurden. Der einfachste Weg, diese vorübergehende "Warten"-Meldung zu vermeiden, besteht darin, zuerst alle Ihre Elemente zu messen und dann alle Ihre Toleranzen nach allen Ihren Elementen zu setzen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle Toleranzen zur Auswertung bereit sind und Sie niemals eine "Warten"-Meldung erhalten.

Wenn Sie Ausdrücke mit Ihren geometrischen Toleranzbefehlen verwenden, platzieren Sie sie spät genug in Ihrer Messroutine, damit Sie kein "Warten"-Ergebnis erhalten.

Auch wenn Ihre Messroutine keine besondere Struktur benötigt, um simultane Toleranzen zu verwenden, ist es am sichersten, für alle einzelnen Befehle zur geometrischen Toleranz sowie für den Befehl "Simultane Toleranz" dieselbe "aktive Ausrichtung" zu verwenden. Fügen Sie den Befehl "Simultane Toleranz" nach Möglichkeit direkt nach dem letzten Befehl für die geometrische Toleranz für diese Gruppe von TRs ein (warten Sie nicht bis zum Ende der Messroutine). Sollten sich in der Messroutine Änderungen an der Ausrichtung ergeben, bleiben die Messwerte davon unberührt; es kann jedoch erforderlich sein, "Ausrichtung aufrufen"-Befehle hinzuzufügen, um Probleme mit den XYZ-Zusammenfassungsdaten zu vermeiden.

Vergleich zu früherer Praxis

PC-DMIS 2020 R2 führte den Befehl Simultantoleranz ([SIMULTANE_TOLERANZ](#)) ein. Dieser Befehl arbeitet mit dem neuen Befehl für die geometrische Toleranz. Zuvor hatte PC-DMIS den Befehl zur simultanen Auswertung ([SIMULTANE_AUSWERTUNG](#)). Er wurde für die Arbeit mit dem Befehl XactMeasure entwickelt. Der neue Befehl Simultantoleranz arbeitet anders als der Befehl zur simultanen Auswertung:

Simultane Auswertung (Verhalten in Version 2020 R1 und früheren Versionen)	Simultane Toleranz (Verhalten in Version 2020 R2 und späteren Versionen)
XactMeasure-Toleranzen wurden für die Ausführung	Geometrische Toleranzen sind zur Ausführung markiert (weiß

nicht markiert (blau im Bearbeitungsfenster des Befehlsmodus).	im Bearbeitungsfenster im Befehlsmodus).
XactMeasure-Toleranzen hatten keinen Eintrag im Protokoll.	Geometrische Toleranzen berichten wie üblich, und ein kleiner Vermerk im Protokoll besagt, dass sie zu einem simultanen Satz gehören.
Das Protokoll der simultanen Auswertung enthielt alle Ergebnisse aus allen Toleranzen im Simultansatz.	Simultane Toleranz erzeugt nichts im Protokoll

Migration

Wenn Sie ein Programm der Version 2020 R1 oder früher öffnen, geht PC-DMIS wie folgt vor:

- Alle Befehle zur simultanen Auswertung werden in simultane Toleranzbefehle umgewandelt
- XactMeasure-Toleranzen werden in geometrische Toleranzbefehle umgewandelt
- Geometrische Toleranzbefehle werden für die Ausführung markiert (weiß im Bearbeitungsfenster im Befehlsmodus)
- Sind in einem Simultanauswertungsbefehl Angaben zu einem Linienprofil enthalten, die sich nicht auf Bezugspunkte beziehen, wandelt PC-DMIS diese in ein Flächenprofil um.

Weitere Informationen zur Migration finden Sie unter "Migration von früheren Versionen von PC-DMIS".

Ausgabe von Ergebnissen aus geometrischen Toleranzen

Es gibt viele Möglichkeiten, Ergebnisse von geometrischen Toleranzbefehlen auszugeben.

Statistikdaten

Statistische Daten sind eine der gebräuchlichsten Methoden, um auf Ergebnisse aus geometrischen Toleranzen zuzugreifen. Weitere Informationen hierzu Sie im Abschnitt "Nachverfolgen statistischer Daten".



Nur die statistischen Ausgabemethoden [STATS/EIN](#), [Datapage+](#) oder [STATS/EIN, QDAS](#) unterstützen die Geometrischen Toleranzbefehle.

Excel-Ausgabe

Die Excel-Ausgabe ist eine weitere gängige Methode, um auf Ergebnisse aus geometrischen Toleranzen zuzugreifen. Weitere Informationen finden Sie unter "Ausgabe in eine Excel-Datei" im Kapitel "Verwenden von grundlegenden Dateioptionen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.



Sie können den Inhalt auch mit dem Excel-Formular-Protokoll exportieren (**Einfügen | Protokollbefehl | Excel-Formular-Protokoll**). Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt "Befehl für Excel-Formular-Protokoll verwenden" in der Dokumentation der PC-DMIS Toolkit-Module.

Ausdrücke

Ausdrücke sind auch eine gängige Methode, um auf Ergebnisse aus geometrischen Toleranzen zuzugreifen. Einen allgemeinen Überblick über die Funktionsweise von Ausdrücken finden Sie im Kapitel "Verwenden von Ausdrücken und Variablen".

Am einfachsten konstruieren Sie einen Ausdruck, der auf eine geometrische Toleranz verweist, mit dem Dialogfeld **Ausdrucks-Generator**.

1. Wählen Sie die Menüoption **Bearbeiten | Ausdruck**, um auf das Dialogfeld **Ausdrucks-Generator** zuzugreifen. Wenn die Menüoption nicht sichtbar ist, muss sich der Cursor im Bearbeitungsfenster auf einem Feld befinden, das einen Ausdruck akzeptieren kann, wie z. B. den Wert einer Variablenzuweisung.
2. Wählen Sie in der Liste **Typ des Ausdruckselements** die Option **Merkmale** aus.
3. Wählen Sie aus der Liste **ID** den ID-Namen des Merkmals aus.

4. Wählen Sie in der Liste **Segmente** das Segment aus, das in Ihrem Ausdruck verwendet werden soll. Sie sehen hier alle Segmente des geometrischen Toleranzbefehls aufgelistet:

The screenshot shows the 'Expression Builder' dialog box. On the left, under 'Expression element type', 'Dimensions' is selected. Below it, the 'ID' is 'FCFLOC3'. The 'Segments' list is expanded, showing four options: '.LOWER', '.SEGMENT[1]', '.SEGMENT[2]', and '.UPPER'. To the right, the 'Description' field contains 'Dimension ID: FCFLOC3'. At the bottom left is an 'Add' button, and at the bottom right is 'Expression Value: 0'. In the top right corner are 'OK' and 'Cancel' buttons.

- **.LOKALE_GRÖSSE** greift auf die lokale Größe zu
 - **.UAME** greift auf die unabhängige Hülle zu
 - **.SEGMENT[1]** greift auf das erste Segment zu
 - **.SEGMENT[2]** greift auf das zweite Segment zu
5. Nachdem Sie Ihr Segment ausgewählt haben, erscheint die Liste **Zweite Erweiterung**. Wählen Sie aus dieser Liste das Element aus, von dem Sie die Ergebnisse erfahren möchten:

Ausgabe von Ergebnissen aus geometrischen Toleranzen

Expression Builder

Expression element type:
Dimensions

ID:
FCFLOC3

Segments
.SEGMENT[2]

Second Extension:
.FEATURE[1]
.FEATURE[2]
.FEATURE[3]
.FEATURE[4]

Add

Description
Segments of Geometrical Tolerance. for dimension FCFLOC3.
Value: 0

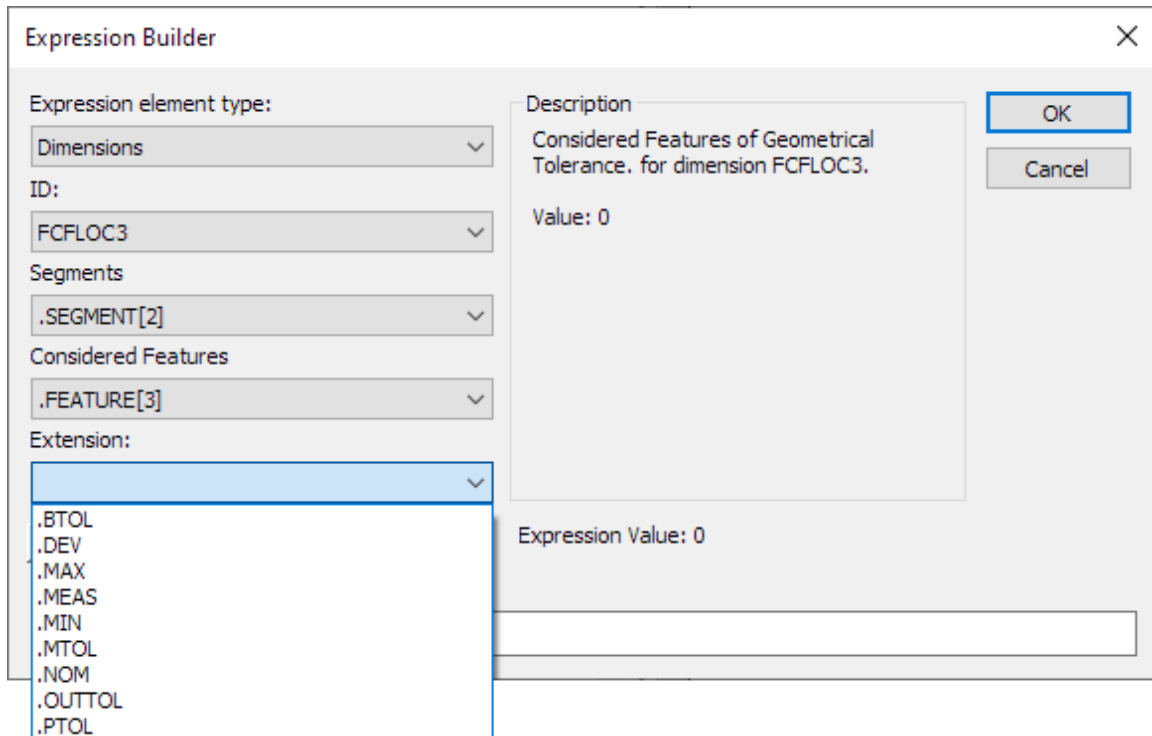
Expression Value: 0

0

OK
Cancel

PC-DMIS zeigt alle hier aufgeführten Elemente des geometrischen Toleranzbefehls.

6. Nachdem Sie Ihr Element ausgewählt haben, erscheint die Liste **Erweiterung**. Wählen Sie aus dieser Liste die Erweiterung aus.



Informationen zu diesen Erweiterungen und welche Informationen sie enthalten, finden Sie unter "Gültige Erweiterungen für Merkmalsreferenzen vom Typ Double am Beispiel" in "Referenzen vom Typ Double" im Kapitel "Verwenden von Ausdrücken und Variablen".

7. Klicken Sie auf **OK**, um den Ausdruck in das Bearbeitungsfenster einzufügen.

Anmerkungen zu den Bezeichnungen des Geometrietoleranzberichts

GEOTOL_SUMMARY Bezeichnungen

Aufgrund des Designs der GEOTOL_SUMMARY-Bezeichnungen für geometrische Toleranzen (GEOTOL_SUMMARY.tbl, GEOTOL_SUMMARY1.tbl, GEOTOL_SUMMARY2.tbl, GEOTOL_SUMMARY3.tbl und GEOTOL_SUMMARY4.tbl) sollten Sie die vertikale und horizontale Ausrichtung nicht anpassen.

Der Grund, warum Sie die GEOTOL_SUMMARY-Etiketten nicht anpassen sollten, ist, dass sie für jedes Merkmal eine einzige Zeile verwenden. Aus diesem Grund verwendet der Inhalt (z. B. X, Y, Z, PR, PA und TP) nicht trimmbare Zeilenumbrüche, um jede Datenzeile zu definieren. Wenn Sie versuchen, eine horizontale Ausrichtung für die Beschriftung GEOTOL_SUMMARY festzulegen, wirkt sich dies nur auf die erste Zeile aus. Wenn Sie versuchen, eine vertikale Ausrichtung für die Beschriftung

GEOTOL_SUMMARY festzulegen, wird ein Treppenstufenbericht erstellt, da +Tol und -Tol für X, Y, Z, PR und PA nicht angezeigt werden.

Bezeichnung SIZE_GEOTOLERANCE.LBL

Der Inhalt der Bezeichnung Geometrische Toleranz SIZE_GEOTOLERANCE.LBL sind einzelne Zeilen, aber sie sind einzigartig, da sie die oberen und unteren Größen für jedes Merkmal gruppieren. Aus diesem Grund sollten Sie die Bezeichnung SIZE_GEOTOLERANCE.LBL nicht anpassen.



Die Merkmalsprotokollierung im Textmodus unterstützt keine Befehle für geometrische Toleranzen. Weitere Informationen zum Bearbeiten von Text in geometrischen Toleranzprotokollen finden Sie unter "Textprotokoll bearbeiten" im Abschnitt "Ändern des Inhalts des Protokollfensters" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

Migration von XactMeasure

In diesem Thema *AnzeigenAusblenden*

Einführung

Wenn Sie eine Messroutine aus einer früheren Version öffnen, versucht PC-DMIS, die Befehle zu migrieren. Je nachdem, in welcher Version die Routine zuvor gespeichert wurde, welche Befehle für geometrische Toleranzen sie enthält und auf welche Elemente sie sich bezieht, wird möglicherweise ein Migrationsbericht angezeigt. Der Migrationsbericht enthält detaillierte Angaben zu allen aufgetretenen Fehlern sowie zu allen Änderungen, die vorgenommen werden mussten, um Ihre Routine mit PC-DMIS 2026.1 kompatibel zu machen.



Wenn Sie Ihre Routine vor der Migration in dieser Version von PC-DMIS öffnen, erstellt die Software eine Sicherung Ihrer Messroutine in diesem Ordner:

`C:\Users\Public\Documents\Hexagon\PC-DMIS\2026.1\MigrationBackup`

Öffnen Sie diese Messroutine niemals von diesem Sicherungsort aus. Wenn Sie die gesicherte Messroutine verwenden möchten, kopieren Sie sie zunächst in einen anderen Ordner.



Wenn Sie im Migrationsbericht auf die Schaltfläche **Abbrechen** klicken, verwirft PC-DMIS die migrierte Messroutine und stellt automatisch die ursprüngliche Version wieder her.

Mit der Einstellung `MigrationBackup` im Einstellungseditor können Sie steuern, ob PC-DMIS ein Backup der Messroutine erstellt oder nicht. Standardmäßig ist diese Einstellung auf **Wahr** gesetzt. Wenn Sie diese Option auf **Falsch** setzen, zeigt PC-DMIS zwar einen Migrationsbericht an, erstellt aber keine Sicherungskopie der Messroutine. Aus diesem Grund zeigt PC-DMIS die Option **Abbrechen** im Migrationsbericht nicht an, da keine Sicherungskopie für eine Wiederherstellung verfügbar ist.

Weitere Informationen zur Einstellung `MigrationBackup` finden Sie unter dem Thema "MigrationBackup" im Abschnitt "FileMan" der Dokumentation zum PC-DMIS-Einstellungseditor.

Vorgeschlagener Arbeitsablauf

Die Migration erfolgt meist automatisch, aber in einigen Fällen müssen Sie die Migration möglicherweise an Ihre Bedürfnisse anpassen. Sie können einige Optionen verwenden, um zu steuern, wie die Migration durchgeführt wird. Wir schlagen den folgenden Arbeitsablauf vor, um Ihre PC-DMIS-Messroutinen von einer früheren Version zu migrieren:

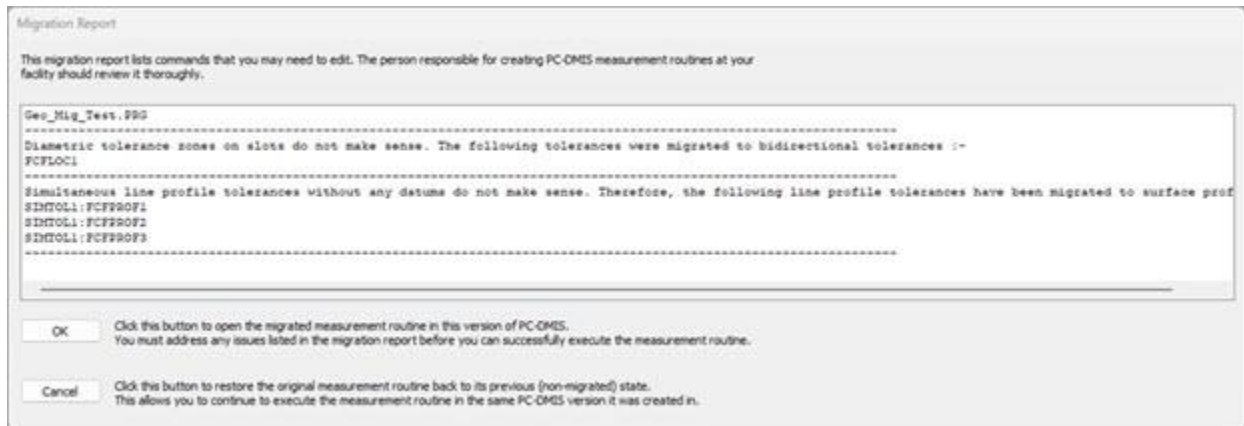
- Sichern Sie Ihre alten Messroutinen an einem sicheren Ort und öffnen Sie sie niemals mit 2020 R2 oder später.

Migration von XactMeasure

- Erstellen Sie eine Kopie Ihrer gesicherten Messroutinen in einem Ordner, mit dem Sie experimentieren möchten.
- Öffnen Sie die experimentellen Kopien Ihrer Messroutinen in dieser Version von PC-DMIS.
- Untersuchen Sie sorgfältig die Ergebnisse der Migration. Überprüfen Sie, ob die Migration wie gewünscht funktioniert hat und ob die neuen Messwerte Ihren Anforderungen entsprechen.
- In seltenen Fällen kann es vorkommen, dass eine Migration an einigen wenigen Stellen für Sie nicht funktioniert. In diesen Fällen müssen Sie diese Stellen in Ihrem Programm manuell bearbeiten, um die Befehle zu aktualisieren.
- In seltenen Fällen kann es vorkommen, dass die migrierten Berechnungstypen an vielen Stellen für Sie nicht funktionieren. Wenn dies geschieht, passen Sie Ihre Migrationsoptionen an, erstellen Sie neue Kopien von Ihren gesicherten Messroutinen und legen Sie die Kopien in den experimentellen Ordner. Öffnen Sie dann diese neuen Kopien mit dieser Version.
- Wiederholen Sie diesen Arbeitsablauf, bis alle Ihre Messroutinen für Sie funktionieren.

Migrationsprotokoll

Wenn PC-DMIS während der Migration auf Probleme stößt, erstellt das Migrationstool ein Protokoll in einem Dialogfeld **Migrationsprotokoll**. Das Migrationsprotokoll sieht wie folgt aus:



Dialogfeld Migrationsprotokoll mit einem Migrationsprotokoll.

PC-DMIS speichert den Migrationsbericht automatisch an demselben Ort wie die Messroutine mit demselben Namen wie die Messroutine, aber mit dem Zusatz **_migratedReport.txt**.

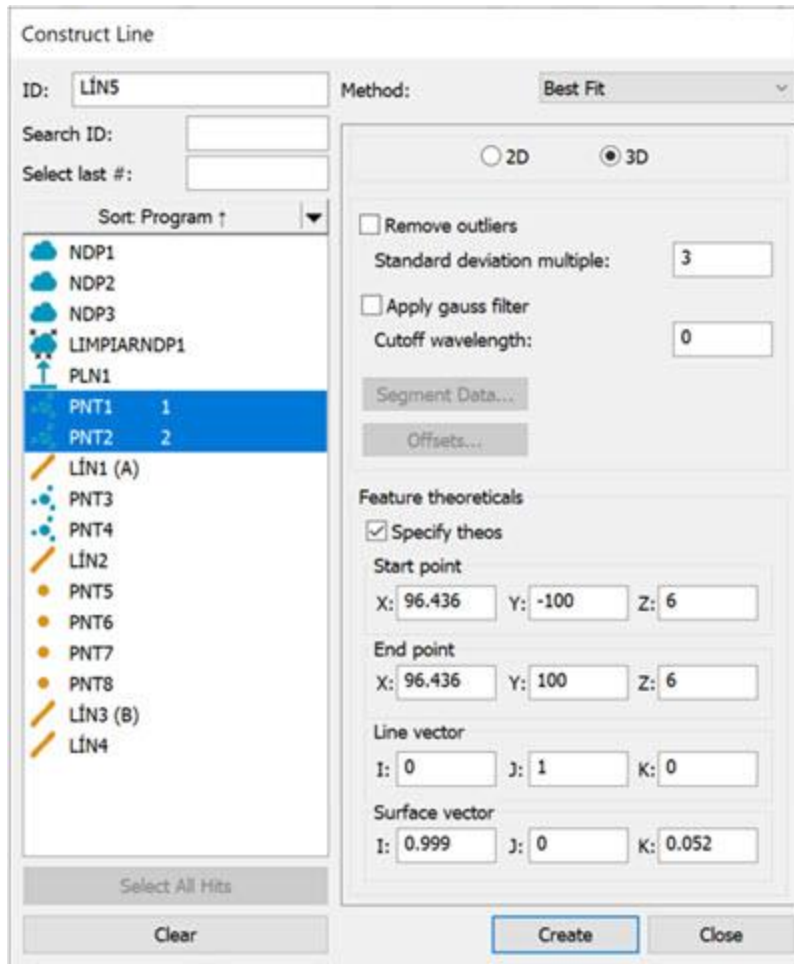
Die meisten Migrationsprotokolle sind viel einfacher als das Beispielprotokoll in der Abbildung oben. In der obigen Abbildung vermittelt das Protokoll diese Hauptinformationen:

- PC-DMIS hat FCFLOC1 von einer einzigen, diametralen Position eines Langlochs auf zwei separate, ebene Positionen des Langlochs umgestellt – eine für die Längsausrichtung des Langlochs und eine für die Querausrichtung des Langlochs. Dies liegt daran, dass die Unterstützung für diametrale Langlochpositionen in PC-DMIS 2020 R2 SP1 entfernt wurde.
- PC-DMIS hat mehrere Profile einer Linie erkannt, deren Toleranzen zuvor ohne Bezugspunkte gleichzeitig ausgewertet wurden. Die Unterstützung für gleichzeitige Linienprofil-Toleranzen ohne Bezugspunkte wurde in PC-DMIS 2022.1 und den folgenden Service Packs entfernt: 2020 R2 SP11, 2021.1 SP8 und 2021.2 SP3. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt "Simultanes Profil von Linien-Toleranzen" in diesem Thema.

Wichtige Hinweise

Abhängige Linienoberflächenvektoren

Alle abhängigen BE- und BENEUKO-Linien haben einen Linienvektor und einen Oberflächenvektor, die für den Geometrischen Toleranzbefehl wichtig sind. Während Sie jedoch den Linienvektor im Bearbeitungsfenster sehen und bearbeiten können, wenn Sie sich im Befehlsmodus befinden, ist die Information über den Oberflächenvektor nur über den Abschnitt **Nennwerte angeben** im Dialogfeld **Linie konstruieren** der Linie zugänglich.



Wenn Sie den Linienvektor manuell bearbeiten, passt PC-DMIS den Oberflächenvektor automatisch so an, dass er orthogonal bleibt. In älteren Versionen von PC-DMIS war dies nicht immer der Fall, und der Oberflächenvektor konnte falsch sein (z. B. wenn Nennwert-Linienvektoren im Bearbeitungsfenster korrigiert wurden, nachdem Punkte manuell auf der Maschine gelehrt wurden oder wenn eine Messroutine ohne CAD-Modell erstellt wurde). XactMeasure verwendet den Oberflächenvektor der Linie nicht, so dass dies bisher kein Problem darstellte. Für den Geometrischen Toleranzbefehl sind korrekte Oberflächenvektoren jedoch in vielen Fällen wichtig. Deshalb prüft PC-DMIS ab der Version 2024.1 beim Öffnen von Messroutinen auf Linien mit nicht orthogonalen Linien- und Flächenvektoren. Wird ein Fehler gefunden, normalisiert PC-DMIS automatisch den Flächenvektor und informiert Sie mit einer Warnmeldung im Migrationsbericht.

Simultanes Profil von Linien-Toleranzen

Wenn ein Satz von Linienprofiltoleranzen Teil eines Befehls zur gleichzeitigen Auswertung ist und wenn diese Linienprofiltoleranzen sich auf keine Bezugspunkte beziehen, dann werden sie in ein Flächenprofil umgewandelt. Dies liegt daran, dass es (aus Sicht der Einhaltung von Normen) nicht sinnvoll ist, gleichzeitig die Toleranzen des

Profils einer Linie zu bewerten. Das Migrationsprotokoll kündigt die Migration an, wenn sie stattfindet. Weitere Informationen finden Sie unter "Profil einer Linie" und "Simultane Toleranzen".

Optionen zur Steuerung von Migration

Wenn Sie Messroutinen aus früheren Versionen von PC-DMIS migrieren, die Befehle für geometrische Toleranzen enthalten, versucht PC-DMIS, anhand der folgenden Regeln automatisch den geeigneten F<-Standard auszuwählen:

- Wenn die Gesamtzahl der Befehle für ISO-Maße und geometrische Toleranzen **größer ist als** die Gesamtzahl der Befehle für ASME-Maße und geometrische Toleranzen, werden für **alle** migrierten Befehle für Maße und geometrische Toleranzen die Vorgaben der ISO 1101 verwendet (siehe Hinweis).
- Wenn die Gesamtzahl der Befehle für ISO-Maße und geometrische Toleranzen **geringer ist als** die Gesamtzahl der Befehle für ASME-Maße und geometrische Toleranzen, werden für **alle** migrierten Befehle für Maße und geometrische Toleranzen die Vorgaben der Norm ASME Y14.5 verwendet, vorbehaltlich zusätzlicher Regeln für die Auswahl des Jahres (siehe Anmerkung).
- Wenn die Gesamtzahl der ISO-Größen- und Geometrischen Toleranz-Befehle **gleich** der Gesamtzahl der ASME-Größen- und Geometrischen Toleranz-Befehle ist, dann verwenden **alle** migrierten Größen- und Geometrietoleranzbefehle den Eintrag GDTStandard im Abschnitt Dimensions des PC-DMIS-Einstellungseitors. Weitere Informationen finden Sie unter "GDTStandard" in der Dokumentation zum PC-DMIS-Einstellungseitor.

Zusätzliche Regeln zur Festlegung, auf welche Ausgabe der ASME Y14.5 ein Prüfverfahren übertragen werden soll:

- Wenn die ASME-Befehle für geometrische Toleranzen Konzentritäts- oder Symmetrietoleranzen enthalten, wendet die migrierte Messroutine die Norm ASME Y14.5 – 2009 an.
- Wenn die ASME-Befehle für geometrische Toleranzen keine Konzentritäts- oder Symmetrietoleranzen enthalten, wendet die migrierte Messroutine die Norm ASME Y14.5 – 2018 an.



Ab PC-DMIS Version 2023.2 können Sie nicht mehr verschiedene F<-Normen in einer einzigen Messroutine verwenden. Daher ist es in PC-DMIS nicht möglich, eine Messroutine der Version 2023.2 (oder neuer) von ISO nach ASME oder umgekehrt zu migrieren.

ASME Y14.5 – 1994 lässt die Verwendung von Übersetzungsmodifikatoren, dynamischen Profilmodifikatoren, benutzerdefinierten Bezugssystemen oder einer festgelegten Materialgrenzgröße nicht zu. Außerdem wird die ältere, zweistufige Definition des Begriffs Profil verwendet (siehe ASME Y14.5.1M – 1994).

ASME Y14.5 2009 erlaubt keinen dynamischen Profilmodifikator.

ASME Y14.5 – 2018 lässt die Verwendung von Konzentrität oder Symmetrie nicht zu.

In manchen Fällen möchten Sie möglicherweise nicht den Standard verwenden, den PC-DMIS während der Migration auswählt. Sie können festlegen, welcher migrierte Standard angewendet werden soll. Erstellen Sie dazu eine Datei namens `fcfMigrationPreferences.json` und legen Sie sie in `"C:\ProgramData\Hexagon\PC-DMIS\2026.1\` ab. Beachten Sie, dass der Ordner `C:\ProgramData\` standardmäßig ausgeblendet ist.

Die Datei `"fcfMigrationPreferences.json"` muss im JSON-Format vorliegen (siehe https://de.wikipedia.org/wiki/JavaScript_Object_Notation).

Hier ist eine Beispieldatei:



```
"default standard migrates to": "ASME Y14.5-2018"
}
```

`"default standard migrates to"` ist der einzige gültige Schlüssel für die Datei `"fcfMigrationPreferences.json"`. Wenn die Datei `"fcfMigrationPreferences.json"` nicht vorhanden ist (oder existiert, aber kein gültiges JSON ist), dann wird PC-DMIS die migrierten Berechnungsoptionen gemäß der Berechnungsoption der Elementbefehle wie oben beschrieben auswählen. Wenn die Datei `"fcfMigrationPreferences.json"` vorhanden ist, und PC-DMIS feststellt, dass es eine gültige JSON-Datei ist und über gültige Schlüssel und Werte zur Steuerung der Migration verfügt, verwendet PC-DMIS die in der Datei `"fcfMigrationPreferences.json"` definierten Berechnungsoptionen.

Ungültige Schlüssel in der Datei `"fcfMigrationPreferences.json"` sind erlaubt, aber sie werden ignoriert. Wenn die Datei `"fcfMigrationPreferences.json"` vorhanden ist, PC-DMIS feststellt, dass es sich um gültiges JSON handelt und einer der gültigen Schlüssel

fehlt, dann ist das Verhalten für diesen Schlüssel dasselbe, als ob es keine Datei *"fcfMigrationPreferences.json"* gäbe.

Die zulässigen Werte für den Schlüssel "default standard migrates to" in der Datei *"fcfMigrationPreferences.json"* lauten:

- "ASME Y14.5-1994"
- "ASME Y14.5-2009"
- "ASME Y14.5-2018"
- "ISO 1101"

Die gültigen Schlüssel und Werte in der Datei *"fcfMigrationPreferences.json"* müssen in Englisch sein.

Verwenden des Größenbefehls

Der Befehl "Größe" (**Einfügen | Merkmal | Größe**) ermöglicht die Berechnung und Protokollierung lokaler und globaler Größen gemäß der Standards ISO 14405-1 oder ASME Y14.5. Die Standards ISO 14405-1 und ASME Y14.5 definieren lokale und globale tatsächliche Größen.

Für ASME Y14.5 sind folgende Elemente zulässig: Zylinder, entgegengesetzte parallele Ebenen (auch als 3D-Breiten bezeichnet), Kugeln, Kreise (Zylinderquerschnitte), 2D-Breiten (Querschnitte von 3D-Breiten). ASME Y14.5 definiert die unabhängige tatsächliche Hülle und die lokale Größe.

Für ISO 14405-1 sind folgende Elemente zulässig: Zylinder, 3D-Breiten und ihre Querschnitte. In ISO 14405-1 sind mehr als 20 Modifikatoren definiert. Sie können diese Modifikatoren auf verschiedene Weise kombinieren, um einen Spezifikationsvorgang für Größe erzeugen. Es sind separate Spezifikationsvorgänge für den unteren und oberen Größengrenzwert zulässig. Das bedeutet, dass Tausende verschiedene Möglichkeiten zu Größenberechnung zur Verfügung stehen.

Befehlsmodi

Der Befehl "Größe" (Size) definiert vier verschiedene Modi. Diese Modi ermöglichen den Aufruf, die Berechnung und die Protokollierung verschiedener Arten von Größenberechnungen:

1. **ASME Y14.5**

Der Befehl "Größe" in diesem Modus führt Folgendes aus:

- Aufnahme einer Nenngröße, eines oberen Abweichungsgrenzwerts und eines unteren Abweichungsgrenzwertes.
- Er berechnet die unabhängige tatsächliche Hülle. Der Befehl berechnet ebenfalls eine lange Liste lokaler Größen.
- Er protokolliert die unabhängige tatsächliche Hülle. Der Befehl protokolliert ebenfalls eine lange Liste lokaler Größen.

2. **ISO 14405-1, Nennwert mit Abweichung**

Der Befehl "Größe" in diesem Modus nimmt eine Nenngröße, einen oberen Abweichungsgrenzwerts und einen unteren Abweichungsgrenzwertes auf.

- Wenn ein einziger Spezifikationsvorgang vorhanden ist, gilt der Vorgang für beide Grenzwerte.
- Wenn zwei Spezifikationsvorgang vorhanden ist, gilt jeder Vorgang für nur einen Grenzwert.
- Wenn es sich bei einem Spezifikationsvorgang, um eine globale Größe handelt, wird diese globale Größe berechnet und das Protokoll vergleicht die globale Größe mit dem bzw. den entsprechenden Grenzwert(en).
- Wenn es sich bei einem Spezifikationsvorgang, um eine lokale Größe handelt, wird eine lange Liste lokaler Größen berechnet und die schlechteste lokale Größe wird für jedes zutreffende Limit protokolliert.

3. **ISO 14405-1, ISO-Code**

Der Befehl "Größe" in diesem Modus nimmt eine Nenngröße und einen ISO-Code auf. Diese Informationen definieren zusammen mit ISO 286-1 die Grenzwerte für die Größe.

Der Standard ISO 286-1 definiert Hunderte von Toleranzcodes, die in etwa wie "E9" und "H7" aussehen. Diese Toleranzcodes werden alle durch den Befehl "Größe" unterstützt. Die Protokollierung ist ähnlich dem ISO Nennwert-mit-Abweichungen-Modus.

4. **ISO 14405-1, Größenbereich**

Sie sollten diesen Modus mit Größenbereichsmodifikator, der in ISO 144405-1 definiert ist (Text SR in einem Oval), verwenden.

Der Befehl "Größe" in diesem Modus führt Folgendes aus:

- Er zeichnet nur einen Spezifikationsvorgang auf.
- Er zeichnet keine Nenngröße oder Grenzwerte mit Abweichungen auf.

- Er zeichnet einen einzelnen Toleranzwert auf, weil der Größenbereichsmodifikator Spezifikationsvorgänge erzeugt, die vergleichbar zu Formtoleranzen sind. Beispiel: Siehe Abbildung 17 im Standard ISO 14405-1. Die Protokollierung in diesem Modus ist vergleichbar mit der Protokollierung für Formtoleranzen.

Eingabeelemente

Der Befehl "Größe" erlaubt nur ein Eingabeelement auf einmal.

In den Modi ASME Y14.5 und ISO 14405-1 sind die gültigen Eingabe-Elementtypen 1D-Breiten, 2D-Breiten, 3D-Breiten, Kreise, Zylinder und Kugeln.

Alle Eingabeelemente, die Sie mit dem Befehl "Größe" verwenden, sollten genügend Punkte enthalten, um die tatsächliche Fläche gut zu repräsentieren. Um dem Vorsatz des Standards zu entsprechen, sollten diese Punkte gegenüberliegende Punkte sein.

Limits für Eingabeelemente für Querschnittsgrößen

Einiger ISO-Spezifikationsvorgänge für Größen werden als "Querschnittsgrößen" bezeichnet. Beispielsweise sind "(GG) ACS" und "(LP) ACS (SX)" Querschnittsgrößen. Querschnittsgrößen sind lokale Größen, wo jeder Querschnitt des Zylinders oder der 3D-Breite eine Größe besitzt. Anschließend wird die schlechteste Querschnittsgröße für jedes zutreffende Limit protokolliert.

Eine Möglichkeit Daten in Querschnitten zu erzeugen, ist die Verwendung von 2D-Querschnittselementen wie Kreisen und 2D-Breiten. Die andere Möglichkeit ist der Einsatz einer Messstrategie (z. B. Standardmessstrategie von PC-DMIS oder "Adaptiver Zylinderscan mittels konzentrischem Kreis"), die Daten in den Querschnitten erzeugen. Weitere Informationen zu Messstrategien finden Sie unter "Arbeiten mit Messstrategien" in der Dokumentation über "PC-DMIS CMM".

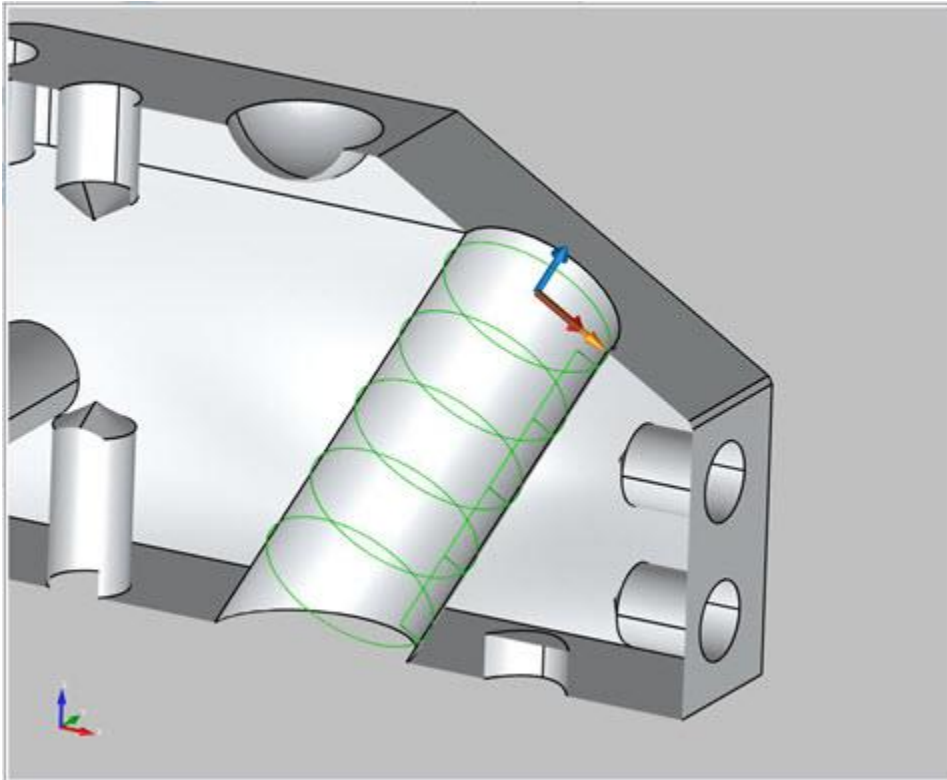
Bei der Auswertung der Querschnittsgrößen teilt der Befehl die Daten in Querschnitte gemäß der folgenden Regeln:

- Für Kreiselemente und 2D-Breiten werden die Daten nicht unterteilt, da es sich bei den Elementen bereits um Querschnitte handelt.
- Für Zylinder versucht der Befehl die Daten in kreisförmige Querschnitt zu unterteilen. Die Daten müssen in Kreisen angeordnet werden oder der Befehl schlägt fehl.
- Für 3D-Breiten schlägt der Befehl fehl.

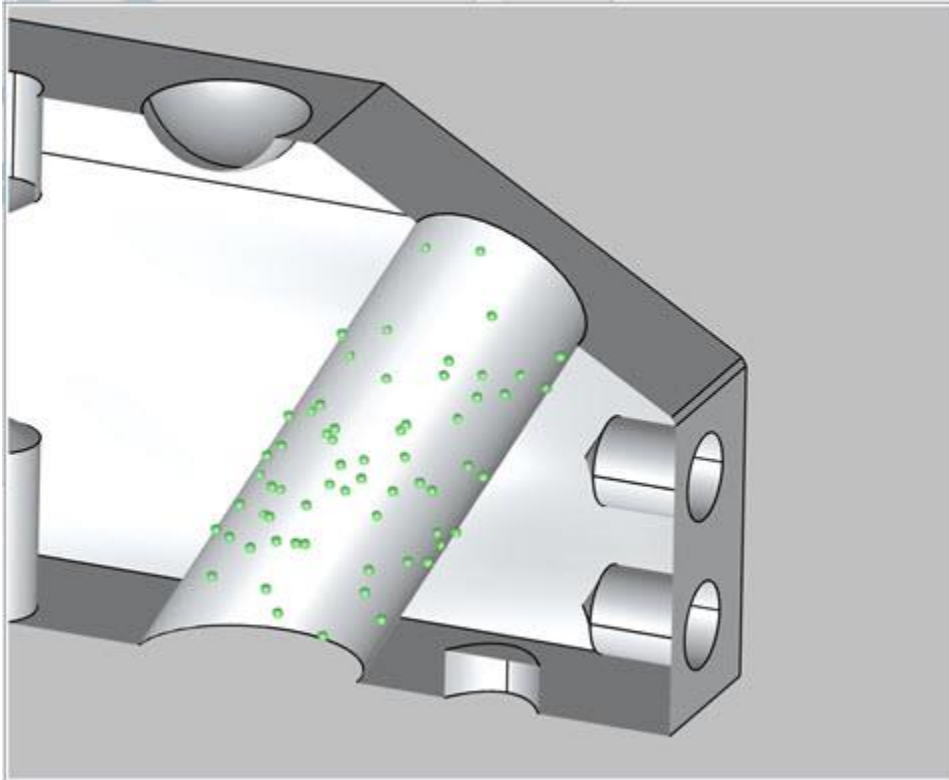
Verwenden des Größenbefehls

Bei der Unterteilung zylindrischer Daten projiziert der Befehl die Punkte zuerst auf die Zylinderachse. Anschließend werden Cluster von projizierten Punkten identifiziert, die zum selben Querschnitt gehören.

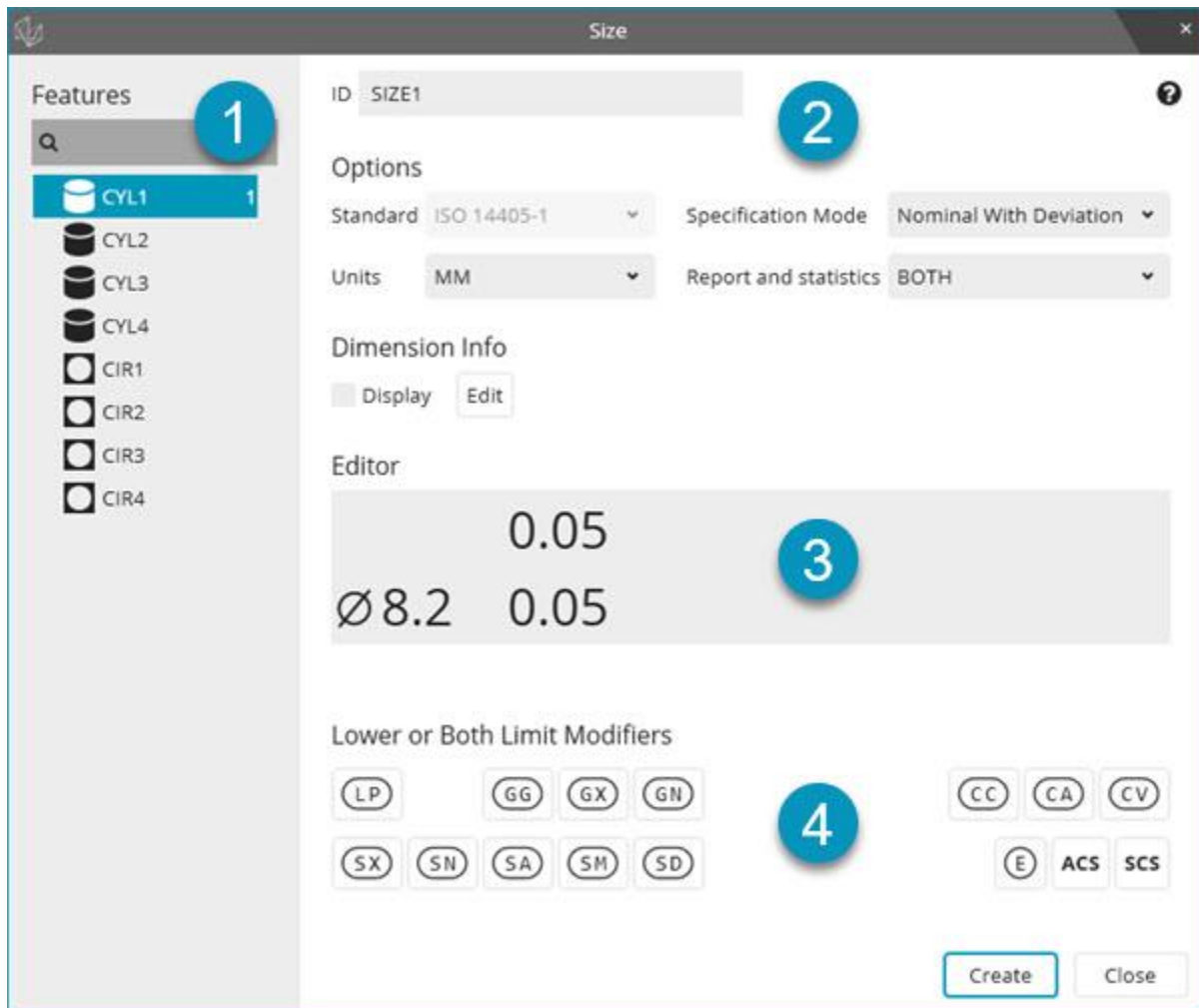
Beispiel für gute Eingaben



Beispiel für schlechte Eingaben



So bestimmen Sie das Merkmal eines Elements mit der Option GRÖSSE (SIZE):



Die wichtigsten Elemente des Dialogfelds Merkmal Größe sind:

- 1 - Bereich Elementliste
- 2 - Bereich Optionen
- 3 - Bereich Editor
- 4 - Bereich Grenzwert ändern



Informationen zur Anzeige von Merkmalsangaben finden Sie im Abschnitt "Anzeige von Merkmalsangaben" in der PC-DMIS Core-Dokumentation.

So bestimmen Sie das Merkmal eines Elements mit der Option GRÖSSE (SIZE):

1. Wählen Sie die Menüoption **Einfügen | Merkmal | Größe**, um das Dialogfeld **Größe** zu öffnen.
2. Die Liste **Standard** im Bereich **Optionen** zeigt den aktuellen Standard an, der für die Toleranz verwendet werden soll. Sie sollte mit dem von Ihrem Druck verwendeten Standard übereinstimmen. PC-DMIS unterstützt Ausdrücke gemäß ASME Y14.5 und ISO 1101.
3. Wählen Sie im Bereich **Optionen** Ihre Optionen aus:
 - a. Wählen Sie aus der Liste **Standard** den Standard aus, der zur Berechnung der Größe verwendet werden soll.
 - b. Wenn Sie den Standard ISO 14405-1 verwenden, wählen Sie aus der Liste **Spezifikationsmodus** den Befehlsmodus. Weitere Informationen finden Sie unter "Befehlsmodi". Die Druckanforderungen bestimmen die zu verwendende Auswahl.
 - c. Wenn Sie den Standard ASME Y14.5 verwenden, erscheint eine Liste **Optionen für lokale Größe**, in der sich der **Spezifikationsmodus** befindet. Wählen Sie die Art der lokalen Größe, entweder **Gegenüberliegende Punkte** oder **Kreiselemente** (Standard).



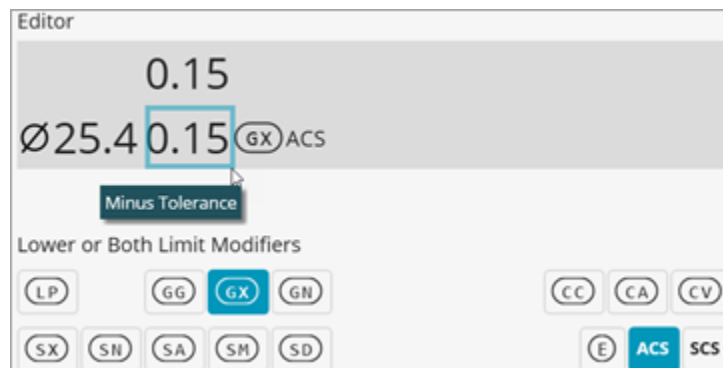
Weitere Informationen zu den Interpretationen von Lokale Größe durch Gegenüberliegende Punkte und Kreiselemente finden Sie im Abschnitt "Lokale Größe" des Themas "Bewerten der Größe mit dem Geometrischen Toleranzbefehl" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.

- d. Definieren Sie die **Einheiten** sowie **Protokoll und Statistik nach Bedarf**. Weitere Informationen zu diesen Optionen finden Sie unter "Gemeinsame Optionen in den Merkmaldialogfeldern" im Abschnitt "Anwenden von V3.7-kompatiblen Merkmalen".
4. Führen Sie im Bereich **Editor** die folgenden Schritte aus, um die Toleranz festzulegen.



Der Bereich **Editor** passt sich den Modusanforderungen an, die Sie in den Listen **Standard** und **Spezifikationen**. Das bedeutet, dass alle bestehenden Änderungen im Dialogfeld verloren gehen, wenn Sie einen neuen Spezifikationsmodus auswählen.

- Wählen Sie die Region, die Sie bearbeiten möchten und geben Sie den Wert ein.
- Um einen oberen Spezifikationsvorgang hinzuzufügen, klicken Sie auf den oberen Toleranzwert. Sie können anschließend im Bereich **Unterer oder beide Grenzmodifikatoren** die Schaltflächen der Modifikatoren klicken, um die Modifikatoren dem oberen Spezifikationsvorgang hinzuzufügen.
- Um einen unteren Spezifikationsvorgang hinzuzufügen, klicken Sie auf den unteren Toleranzwert. Sie können anschließend im Bereich **Unterer oder beide Grenzmodifikatoren** die Schaltflächen der Modifikatoren klicken, um die Modifikatoren dem unteren Spezifikationsvorgang hinzuzufügen. Wenn nur ein Spezifikationsvorgang vorhanden ist, fügen Sie die Modifikatoren dem unteren Spezifikationsvorgang hinzu.
- Um einen Modifikator zu entfernen, wählen Sie die Schaltfläche erneut, um die Markierung aufzuheben.



Beispiel mit ausgewählten Modifikatoren.

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Erzeugen**, um den Befehl "Größe" im Bearbeitungsfenster zu erstellen.

Protokoll lesen

ISO 14405-1 : Nennwert mit Abweichungen

Mit dem Modus NOMINAL_MIT_ABWEICHUNGEN vergleicht PC-DMIS den oberen Spezifikationsvorgang der gemessenen Größe mit dem oberen Grenzwert der Größe. Ebenfalls wird der untere Spezifikationsvorgang der gemessenen Größe mit dem unteren Grenzwert der Größe verglichen. Deshalb erzeugt der Befehl "Größe" zwei Messwerte für ein ausgewähltes Größenelement:

SIZE1-CYL1			MM	Ø 25.4 [+0.15 GN] - [-0.15 GX]		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
GN	25.500	25.400	0.150		0.100	0.000
GX	25.300	25.400		0.150	-0.100	0.000

ISO 14405-1 : Toleranz-Codes

Mit dem Modus TOLERANZ_CODE ahmt PC-DMIS den Modus NOMINAL_MIT_ABWEICHUNGEN nach, außer, dass der Toleranz-Code in der Kopfzeile des Merkmals angezeigt wird:

SIZE2-CYL1			MM	Ø 25.4 JS14 [GN] - [GX]		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
GN	25.500	25.400	0.260		0.100	0.000
GX	25.300	25.400		0.260	-0.100	0.000

ISO 14405-1 Größenbereich

Im Modus GRÖSSENBEREICH vergleicht PC-DMIS eine maximal gemessene Größe mit einer minimal gemessenen Größe und berichtet den Unterschied. Dieser Modus benötigt einen einzigen Messwert. Die Software vergleicht diesen Messwert mit einer oberen Toleranz.

SIZE3-CYL1			MM	Ø 0.25 SR		
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
SR	0.200	0.000	0.250		0.200	0.000

ASME Y14.5 - Lokale Größe

Mit ASME Y14.5, werden zwei Größenmerkmale gemeldet, die Hüllelement ohne Bezug (UAME) und die lokale Größe.

Verwenden des Größenbefehls

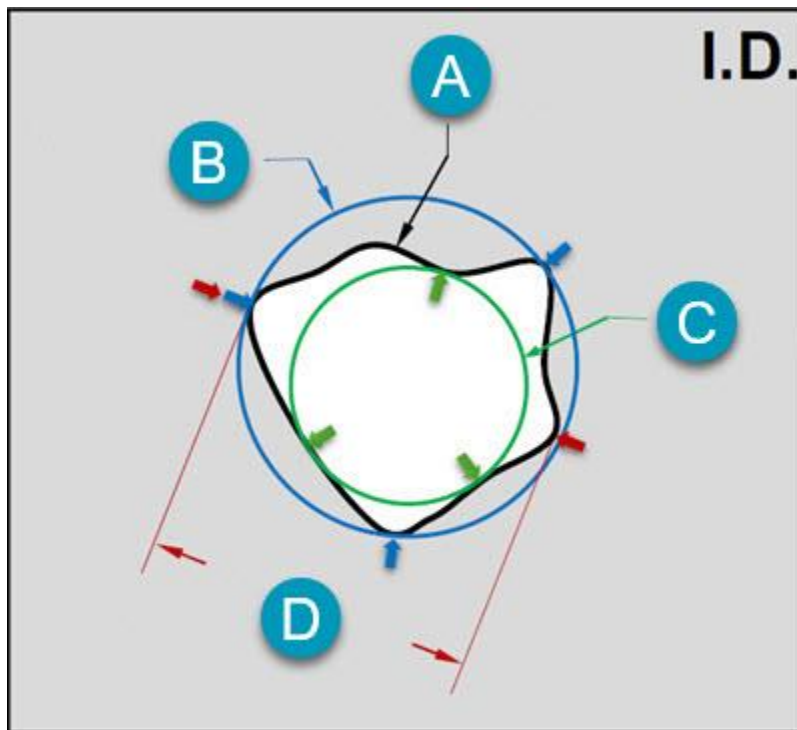
Bei UAME handelt es sich um die minimale umrissene Größe für externe Elemente (z. B. Stift) und die maximale Inkreisgröße für interne Elemente (z. B. Loch).

Lokale Größe:

1. Die Option **Kreiselemente** (Standard) meldet das kleinste umschriebene Kreiselement (internes Element/Loch) oder das größte eingeschlossene Kreiselement (externes Element/Stift) unter allen lokalen Größen.
2. **Gegenüberliegende Punkte** ist eine Option, die den größten Abstand der gegenüberliegenden Punkte (internes Element/Loch) und den kleinsten Abstand der gegenüberliegenden Punkte (externes Element/Stift) unter allen lokalen Größen anzeigt.

SIZE4-CYL1			MM	Ø 25.4 +0.15/-0.15 OPPOSED POINTS			
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	
UAME	25.300	25.400	0.150	0.150	-0.100	0.000	
Local Size	25.500	25.400	0.150	0.150	0.100	0.000	

Beispiel ASME Y14.5 - Lokale Größe



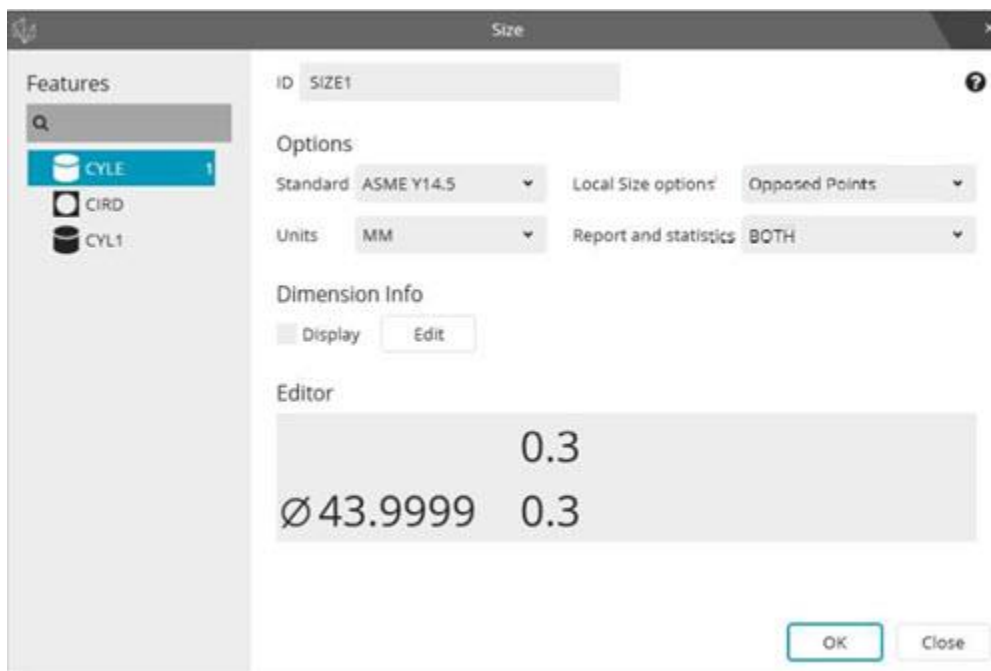
- A. **Wahre Form des Querschnitts des Elements**
- B. **Lokale Größe (Kreiselemente) - Ø 44.2659**
- C. **UAME - Ø 43.8849**
- D. **Lokale Größe (Gegenüberliegende Punkte) - Ø 44.2656**



Das Symbol "ø" steht für **Durchmesser**.

Für ein Element mit Innendurchmesser (ID), das die Norm ASME Y14.5 verwendet, können Sie der obigen Abbildung entnehmen, dass:

- Die Unabhängige tatsächliche Hülle (UAME) ist der größtmögliche Inkreis.
- Die lokale Größe hängt davon ab, welche Option Sie in der Liste **Optionen für lokale Größe** im Dialogfeld **Größe** der Geometrischen Toleranz auswählen (siehe Beschreibungen oben).



Wenn Sie in der Liste **Optionen für lokale Größe** die Option **Gegenüberliegende Punkte** auswählen, wie in der obigen Abbildung des Dialogfeld **Größe** der Geometrischen Toleranz dargestellt, meldet PC-DMIS das Ergebnis als:

SIZE1-CYL1		MM		Ø 43.9999 +0.3/-0.3 OPPOSED POINTS			
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	
UAME	43.8849	43.9999	0.3000	0.3000	-0.1150	0.0000	
Local Size	44.2656	43.9999	0.3000	0.3000	0.2656	0.0000	

Wenn Sie die Option **Kreiselemente** auswählen, meldet PC-DMIS das Element als:

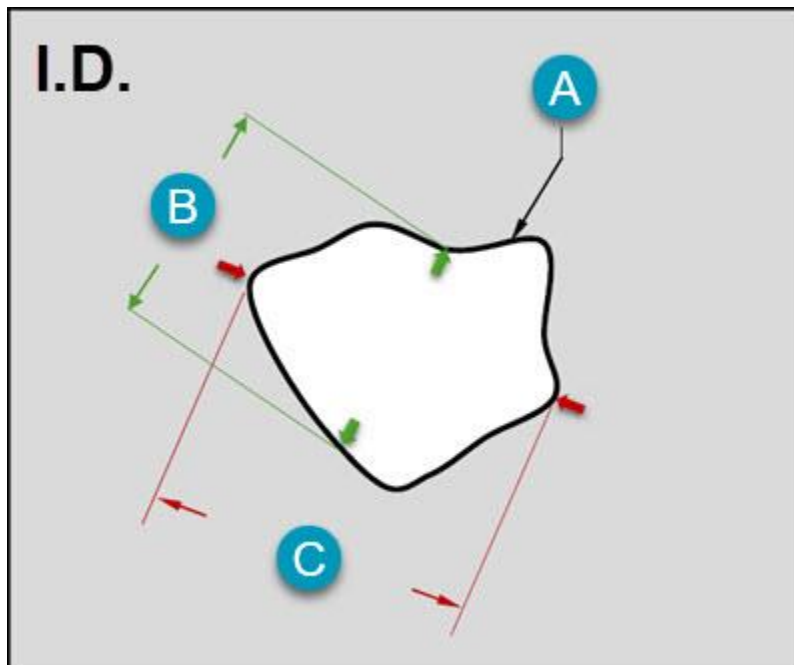
SIZE10-CYLE				MM		43.9999 +0.3/-0.3 CIRCULAR ELEMENTS	
MODIFIER	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DCV	OUTTOL	
LIAME	43.8849	43.9999	0.3000	0.3000	-0.1150	0.0000	
Local Size	44.2659	43.9999	0.3000	0.3000	0.2660	0.0000	



In allen Fällen, in denen es um Details zu den ASME-Normen geht, sollten Sie die Hauptquelle auf der Website der American Society of Mechanical Engineers (ASME) konsultieren.

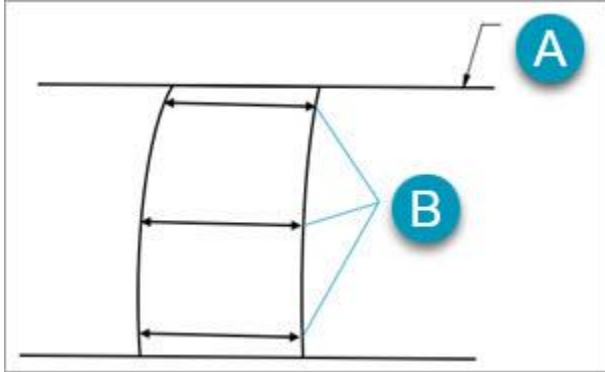
ISO 1101 - Lokale Größe

Wenn PC-DMIS die Größe nach dem ISO-Standard meldet, basiert sie nur auf der lokalen Größe. Aufgrund der Unabhängigkeitsregel basiert sie nicht auf der abhängigen oder unabhängigen Hülle. Weitere Informationen zur ISO Unabhängigkeitsregel finden Sie in ISO 8015: 2011, Abschnitt 5.5 "Principle of Independence".



- A. **Wahre Form des Querschnitts des Elements**
- B. **Min. lokale 2-Punkt-Größe**
- C. **Max. lokale 2-Punkt-Größe**

Wenn Sie zum Beispiel ein Zylinderelement auf mehreren Ebenen messen, wertet PC-DMIS jeden Querschnitt einzeln aus und meldet dann die maximale und minimale 2-Punkt-Größe, ähnlich wie bei einer Messschieberprüfung.



- A. Bezugselement-Simulator von Bezugselement A (Ebene)
- B. Tatsächliche lokale Größen (jede einzelne Abstand an einem beliebigen Querschnitt eines Elements der Größe)



In allen Fällen, in denen es um Details zu den ISO 1101-Normen geht, sollten Sie die Hauptquelle auf der Website der The International Organization for Standardization (ISO) konsultieren.

Unterstützte ISO 14405-1-Modifikatoren

Der Befehl "Größe" unterstützt die folgenden Modifikatoren, die im Standard ISO 14405-1 definiert sind:


- (LP) - Zwei-Punktgröße
- (GG) - Bezugskriterium der kleinsten Quadrate
- (GX) - Bezugskriterium des max. Inkreises
- (GN) - Bezugskriterium des min. Hüllkreises
- (CC) - Umfangsdurchmesser (berechnete Größe)
- (CA) - Flächendurchmesser (berechnete Größe)
- (CV) - Volumendurchmesser (berechnete Größe)
- (SX) - Maximalgröße
- (SN) - Mindestgröße
- (SA) - Durchschnittsgröße
- (SM) - Median-Größe
- (SD) - Mittlere Größe
- (SR) - Größenbereich

F<-Auswahlmodi verwenden, um TRs zu erstellen


- (E) - Hüllenanforderung
- ACS - Jeder Querschnitt
- SCS - Bestimmter fester Querschnitt

F<-Auswahlmodi verwenden, um TRs zu erstellen

PC-DMIS bietet diese Möglichkeiten, Elementtoleranzrahmen (TRs) aus F<-Toleranzen anderer Quellen in PC-DMIS einzubinden:

F<-Auswahlmodus (aus CAD) () - Damit können Sie F<-Etiketten in Ihr CAD-Modell importieren. In diesem Modus können Sie Etiketten markieren oder anklicken, um sie zu importieren. Weitere Informationen zu dieser Option finden Sie unter "F<-Auswahlmodus (aus CAD) verwenden".

Sie können auf **F<-Auswahlmodus (aus CAD)** über die Symbolleiste **Grafikmodi** oder die Symbolleiste **QuickMeasure** zugreifen.

F<-Auswahlmodus (aus Datei) () - Mit PC-DMIS können Sie eine Zeichnung importieren und entscheiden, welche F<-Toleranzen importiert werden sollen. Dieses Verfahren verwendet die optische Zeichenerkennung (OCR). Weitere Informationen zu dieser Option finden Sie unter "F<-Auswahlmodus (aus Datei) verwenden". Mehr Informationen finden Sie unter "Hinweise zum Erstellen von TR mit optischer Zeichenerkennung (OCR)" unten.

Sie können auf **F<-Auswahlmodus (aus Datei)** folgendermaßen zugreifen:


- Symbolleiste **Grafikmodi**
- Symbolleiste **QuickMeasure**
- Menü **Datei | Import**

F<-Auswahlmodus (aus CAD) verwenden

F<-Auswahlmodus (aus CAD) () importiert ausgewählte F<-Beschreibungen aus CAD-Modellen, die sie als dynamisch generierte Geometrische Toleranzmerkmale oder Bezugsdefinitionen enthalten.

Informationen hierzu finden Sie unter "CAD Form- & Lagetoleranz-Callouts importieren" im Abschnitt "Arbeiten mit CAD-F<-Callouts" im Kapitel "Bearbeiten der CAD-Anzeige".

F<-Auswahlmodus (aus Datei) verwenden

Mit der Option **F<-Auswahlmodus (aus Datei)** () kann PC-DMIS F<-Toleranzen auf Entwürfen erkennen und in Ihre Messroutine importieren.

PC-DMIS verwendet Optical Character Recognition (OCR), um die F<-Toleranzen zu importieren. PC-DMIS kann eine .pdf-Datei oder eine Bilddatei importieren.



Einige Beispieldateien, die den Hexagon-Demoblock-CAD-Modellen entsprechen, finden Sie im Unterordner **Training**, in dem Sie PC-DMIS installiert haben.

Wenn Sie eine Entwurfsdatei importieren, analysiert die Software den Inhalt der Datei. Sie zeigt dann das Fenster **F< von Aufnahme** an und hebt alle unterstützten Elemente, die Sie importieren können, orange hervor.

Sie entscheiden dann, welche unterstützten Elemente importiert werden sollen:

- Ein Element nach dem anderen - Klicken Sie dazu auf eine orangefarbene Toleranz.
- Mehrere Elemente - Ziehen Sie dafür ein Feld auf, um mehrere orangefarbene Toleranzen auszuwählen.
- Alle Elemente auf einer Seite - Klicken Sie dazu in der Symbolleiste des Fensters

F< von Aufnahme auf Ganze Seite verarbeiten ()

Wenn Sie sich dafür entscheiden, mehrere unterstützte Elemente oder alle unterstützten Elemente auf einer Seite zu verarbeiten, öffnet die Software das OCR-Widget und durchläuft jede F<-Toleranz aus der Auswahl.

Beachten Sie, dass die OCR-Erkennung nicht jedes Element in Ihrer Datei verarbeiten kann. Informationen darüber, welche Elemente unterstützt werden und welche nicht, finden Sie unter dem Thema "Hinweise zum Erstellen von TR mit optischer Zeichenerkennung (OCR)" in der Dokumentation von PC-DMIS Core.


PC-DMIS analysiert auch die Maßeinheiten und Standardtoleranzen aus dem Schriftfeld und hebt diese hellblau hervor. Weitere Informationen zum Schriftfeld finden Sie unter "Hinweise zum Erstellen von TR mit optischer Zeichenerkennung (OCR)". Wenn PC-

F<-Auswahlmodi verwenden, um TRs zu erstellen

DMIS die Standardtoleranzwerte aus dem Schriftfeld nicht korrekt ermittelt, können Sie die Schaltfläche "Anhalten" im Widget verwenden und manuell eine Toleranz für jedes erstellte Element festlegen. Informationen zur Verwendung der Pausentaste finden Sie unter "OCR-Widget".


Verfahren

In diesem Verfahren wird erklärt, wie Sie ein oder mehrere Callouts importieren.

1. In der Symbolleiste **Grafikmodi** oder in der Symbolleiste **QuickMeasure** auf **FL&T-Auswahlmodus (aus Datei)** () klicken.
2. Importieren Sie ein CAD-Modell ins Grafikfenster, das Ihrem Entwurf entspricht.
3. Navigieren Sie im Dialogfeld **Öffnen** zu einer elektronischen Entwurfsdatei. Dies kann eine Bilddatei oder eine .pdf-Datei sein. Die OCR-Erkennung funktioniert am besten mit einem Bild mit mindestens 300 DPI. Niedrigere Auflösungen können zu weniger genauen Ergebnissen führen.
4. Wählen Sie die Datei aus und klicken Sie auf **Öffnen**, um die Datei zu analysieren und alle erkannten Inhalte als orange hervorgehobene Elemente im Fenster **F< aus Aufnahme** anzuzeigen.



Beachten Sie, dass bei geöffnetem Fenster das Bearbeitungsfenster zunächst nicht zur Auswahl steht. Das bedeutet, dass Sie von Ihnen erstellte Elemente nicht löschen können, es sei denn, Sie erstellen sie mit dem OCR-Widget oder Sie klicken auf die Schaltfläche "Anhalten" im Widget, um den Importvorgang anzuhalten.

5. Führen Sie einen der folgenden Schritte aus, um ein oder mehrere Elemente in PC-DMIS zu importieren und das OCR-Widget anzuzeigen:
 - Klicken Sie auf eine einzelne Beschriftung. Dies kann eine F<-Toleranz oder ein einfacher linearer Abstand, ein Winkelabstand oder ein Lagemerkmal sein.
 - Wählen Sie mehrere Callouts per Kästchenauswahl aus.
 - Klicken Sie in der Symbolleiste des Fensters F< von Aufnahme auf **Ganze Seite verarbeiten** ()
6. Folgen Sie den im OCR-Widget angezeigten Anweisungen.



Während des Vorgangs müssen Sie Elemente für Bezüge auswählen oder Elemente für die geometrischen Toleranzen eingeben. Sie können diese Elemente mit QuickFeatures erzeugen. Sie können auch vorhandene Elemente aus dem Grafikfenster auswählen, wenn Sie auf ihre Element-IDs klicken. PC-DMIS unterstützt das Klicken im Bearbeitungsfenster zur Auswahl von Elementen nicht.

Merkmals-IDs

Wenn Ihre importierte Datei Merkmals-IDs hat und Sie das Kontrollkästchen **Merkmals-ID verwenden** auf der Registerkarte **Allgemein** des Dialogfelds **Setup-Optionen** aktiviert haben, weist PC-DMIS automatisch eine ID im OCR-Widget zu, die mit der Merkmals-ID übereinstimmt. Alle Elemente, die Sie dann mit dem OCR-Widget für das Callout neben dieser ID definieren, verwenden diese Benennungskonvention:

<BalloonID>__1, <BalloonID>__2, usw.

Wenn Sie z. B. eine Merkmals-ID von 3 in Ihrer Datei haben und Sie zwei Elemente für die Toleranz mit dieser ID erstellen müssen, gibt PC-DMIS dem von Ihnen erstellten Element die IDs 3__1 und 3__2.



Wenn eine Beschriftung einen Multiplikator hat, wie z. B. eine Beschriftung für ein Schraubenlochmuster, weist PC-DMIS die Merkmals-ID für das erste Element oder das erste Merkmal im Muster zu. Alle anderen Elemente oder Merkmale in diesem Muster folgen der Standardbenennungskonvention für dieses Element oder Merkmale.

Bezugszieldefinition

Wenn das OCR-Widget Sie auffordert, Bezugszielpunkte zu definieren, gehen Sie wie folgt vor:


1. Drücken Sie Strg + Umschalttaste und klicken Sie auf das CAD, um für jedes Ziel ein Vektorpunkt-QuickFeature zu erstellen.
2. Wenn Sie jedes Bezugspunktziel definieren, erscheint die Vektorpunktelement im Bearbeitungsfenster.
3. Während Sie die Ziele für ein Bezugselement definieren, wird "Abgeschlossen" für dieses Bezugselement angezeigt. Das OCR-Parsing

der Datei bestimmt möglicherweise nicht die gesamte Anzahl der benötigten Ziele. In diesem Fall können Sie zusätzliche Vektorpunktelemente erstellen, auch wenn die Ziele für ein Bezugspunktelement "Abgeschlossen" anzeigen.

4. Wenn Sie alle Punkte für ein Ziel erstellt haben, klicken Sie auf **Weiter**, um zum nächsten Set von Bezugspunkten zu gelangen.
5. Fahren Sie mit der Definition von Bezugspunkten fort, bis im das Widget die Meldung "Bezugspunktdefinition abgeschlossen" anzeigt.
6. An dieser Stelle können Sie über die Schaltfläche **Anhalten** () im Widget den F<-Importvorgang unterbrechen, damit Sie mit PC-DMIS arbeiten können, um die Definition der Bezugspunkte abzuschließen. Möglicherweise müssen Sie mit Ausrichtungen und abhängigen Elementen arbeiten oder andere Arbeiten in PC-DMIS durchführen.
7. Verwenden Sie das Bearbeitungsfenster und drücken Sie bei jeder Bezugspunktdefinition (Befehl DATDEF im Befehlsmodus) F9, um das Dialogfeld **Bezugspunktdefinition** anzuzeigen.
8. Verknüpfen Sie die Bezugspunkte mit dem Bezugsbuchstaben.
9. Sobald Sie mit PC-DMIS beliebige Bezugspunkte aus den Zielen definiert haben, klicken Sie im Widget auf **Fortsetzen** ()





Bezugsdefinition

Wenn das OCR-Widget **Bezugsdefinition** anzeigt, müssen Sie QuickFeatures verwenden, um Bezugspunktelemente für diese geometrischen Toleranzbefehle zu erstellen. (Wenn Sie bereits ein Bezugselement erstellt haben, können Sie im Grafikfenster auf seine Element-ID klicken, um es auszuwählen).

10. Erstellen oder wählen Sie ein Bezugselement oder klicken Sie auf **Aktuelle Elementdefinition überspringen** () , wenn Sie die Definition eines einzelnen Bezugspunktes vorerst überspringen möchten.
11. Klicken Sie auf **Weiter** und wählen Sie weitere Bezugselemente aus.
12. Wiederholen Sie die obigen Schritte, bis das Widget "Bezugsdefinition abgeschlossen" anzeigt.
13. Klicken Sie dann auf **Übernehmen**, um die restlichen F<-Informationen zu definieren.

Toleranzdefinition

Wenn das OCR-Widget **GEOTOL1** anzeigt, müssen Sie die restlichen F<-Informationen definieren. Wenn Sie irgendwelche Bezüge in der vorherigen Prozedur übersprungen haben, fordert Sie das Widget auf, diese jetzt während der F<-Definition zu definieren.

14. Sobald Bezüge vollständig definiert sind, müssen Sie das oder die tatsächlich betrachteten Elemente erstellen oder auswählen. Verwenden Sie QuickFeatures, um die Mindestanzahl an Elementen aus dem CAD-Modell für den aktuellen Schritt zu erzeugen. (Wenn Sie bereits ein betrachtetes Element erzeugt haben, können Sie im Grafikfenster auf seine Element-ID klicken, um es auszuwählen).
15. Wenn Sie keine F<-Toleranz importieren möchten, klicken Sie auf **GEOTOL1 überspringen** (). Sie können mit der Schaltfläche **Zurück** () zu einem übersprungenen Element zurückkehren, solange es sich nicht auf einer früheren PDF-Seite befindet.
16. Sobald Sie ein Element oder mehrere Elemente aus dem CAD-Modell für einen Schritt, aus dem Widget, definiert haben, klicken Sie auf **Weiter** (). Damit gelangen Sie zum nächsten Schritt der F<-Definition. Die Schaltfläche **Weiter** wird aktiviert, sobald Sie die Mindestanzahl der Elemente definiert haben.
17. Sobald Sie die Elemente definiert haben und das Widget Sie darüber informiert, dass die Toleranzdefinition abgeschlossen ist, klicken Sie auf **Übernehmen** (). Dies akzeptiert Ihre Änderungen und geht zur nächsten F<-Toleranz im Fenster F< von Aufnahme.
18. Wiederholen Sie die obigen Schritte so lange, bis Sie alle ausgewählten F<-Toleranzen definiert haben.


Einfache lineare Abstände, Winkelabstände oder Standortdefinitionen

Wenn Sie Grundmerkmale importieren, wie z. B. den linearen Abstand, den Winkelabstand oder die Position, müssen Sie wie üblich Elemente auswählen oder erstellen, um die Definitionsanforderungen für diese Grundmerkmale zu erfüllen.



Für die linearen Abstands- oder Winkelabstandsmerkmale kann dies ein komplexer Prozess sein, der Ausrichtungen, abhängige Elemente oder andere Arbeiten in PC-DMIS beinhaltet. Verwenden Sie in diesen Fällen die verfügbare Schaltfläche **Anhalten**, um sich zu unterstützen. Hier ist die Vorgehensweise für diese:

19. Wählen Sie für diese beiden Merkmalstypen die Abstands- oder Winkel-Elemente aus.

20. Klicken Sie im Widget auf **Weiter** () . Damit wird mit dem nächsten Schritt der Definition fortgefahren und das Widget sagt "Toleranzdefinition abgeschlossen".

21. Wenn Sie an dieser Stelle etwas in PC-DMIS tun müssen, um die Definition zu erfüllen, klicken Sie auf die kleine Schaltfläche **Anhalten** () , die im OCR-Widget erscheint. Dadurch wird der Importvorgang vorübergehend gestoppt und Sie haben nahezu volle Kontrolle über PC-DMIS.

22. Führen Sie die Arbeiten aus, die Sie in PC-DMIS durchführen müssen, um die Definition des Callouts zu erfüllen.

23. Klicken Sie im Widget auf die Schaltfläche **Fortsetzen** () , um den Importvorgang fortzusetzen, und klicken Sie auf **Übernehmen** () , um die Definition zu übernehmen. Wenn für die Beschreibungen Toleranzwerte im Entwurf definiert sind, werden diese Werte ebenfalls analysiert und einer eventuell erstellten Merkmale im Bearbeitungsfenster zugewiesen.

Bewährte Verfahren

Die OCR-Erkennung funktioniert am besten mit einem Bild mit mindestens 300 DPI. Niedrigere Auflösungen können zu weniger genauen Ergebnissen führen.

Wenn Sie die gewünschten F<-Toleranzen importiert haben, überprüfen Sie die von PC-DMIS generierten Geometrischen Toleranzbefehle.

Verwandte Themen:


Hinweise zum Erstellen von TRs mit OCR

Fenster F< von Aufnahme

OCR-Widget

Hinweise zum Erstellen von TRs mit OCR



Die Methode **F<-Auswahlmodus (aus Datei)** () verwendet OCR, um die zu importierenden F<-Toleranzinformationen zu identifizieren.

Weitere Informationen finden Sie unter "F<-Auswahlmodus (aus Datei) verwenden".

Auflösung

Die OCR-Erkennung funktioniert am besten mit einem Bild mit mindestens 300 DPI. Niedrigere Auflösungen können zu weniger genauen Ergebnissen führen.

Unterstützte Typen Geometrischer Toleranz


Die beschriebenen OCR-Methoden unterstützen diese Typen Geometrischer Toleranz:

- Die 14 Merkmalssymbole
- Das Durchmesser-Symbol
- M, L, P und andere Modifikatorsymbole, die durch Kreise begrenzt sind
- Daten innerhalb der Felder und Größenangaben über den Feldern
- Einzeilige Toleranzen, mehrzeilige, nicht zusammengesetzte Toleranzen, Verbundtoleranzen
- Linear-, Winkel- und Lagemerkmale

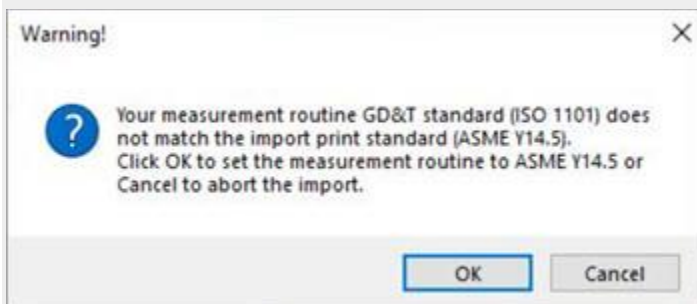
PC-DMIS hebt unterstützte Elemente, mit denen Sie interagieren können, orange hervor.



Wenn Sie F< über OCR importieren, prüft PC-DMIS den Text des Schriftfeldes, um festzustellen, ob eine F<-Norm deklariert ist.

UNLESS OTHERWISE STATED, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.				HEXAGO MANUFACTURING INTELLIGENCE	
TOLERANCES ARE: x = +/- 0.4 x.x = +/- 0.25 x.xx = +/- 0.1 ANGLES = +/- 0.5°		250 CIRCUIT DRIVE, N. KINGSTOWN			
DIMENSIONS & TOLERANCES PER ASME Y14.5-2009		HEXAGON DEMO BL DTBlock - Large (FOR TRAINING USE ON			
CREATED BY:	DATE:	SIZE:	DWG NO:		
DAT	30-OCT-2014	ANSI A	H009945		

Wenn dies der Fall ist, vergleicht PC-DMIS den Wert mit dem in der Messroutine definierten Wert. Wenn die Standards nicht übereinstimmen, zeigt PC-DMIS eine Warnmeldung an und fragt Sie, ob Sie den Import fortsetzen oder abbrechen möchten.

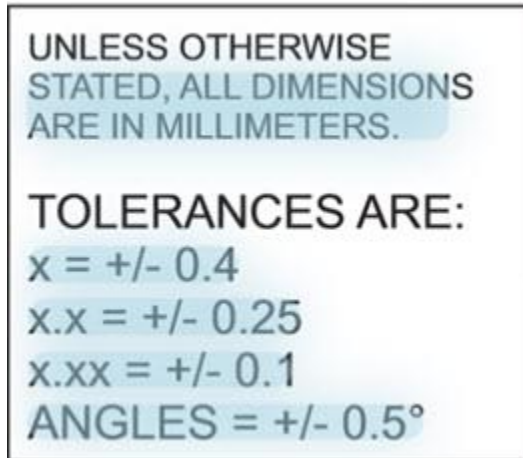


Beispiel-Warnmeldung bei Nichtübereinstimmung zwischen aktueller und importierter F<-Norm

- Wenn Sie auf **OK** klicken, wendet PC-DMIS die im Titelblock genannte F<-Norm an und setzt alle vorhandenen Befehle für geometrische Toleranzen in der Messroutine als ungültig. Sie können die ungültigen Befehle verwenden, um neue Versionen der Befehle auf der Grundlage der aktualisierten F<-Norm zu erstellen. Sie können dann die ungültigen Befehle löschen, nachdem Sie die neuen Befehle neu erstellt haben.
- Wenn Sie auf **Abbrechen** klicken, bricht PC-DMIS den Import ab, und es ändert sich nichts an Ihrer Messroutine.

Andere unterstützte Elemente

- Die OCR-Erkennung analysiert auch einige Standardtoleranzen und Maßeinheiten aus dem Titelblock. Dies geschieht automatisch, und PC-DMIS zeigt visuell an, dass es geparst wurde, indem es den Text des Titelblocks in einer hellblauen Farbe hervorhebt, so wie hier:



Beispiel für einen Schriftfeld mit analysiertem Text (blau hervorgehoben).

PC-DMIS vergleicht die Maßeinheiten auf dem Entwurf mit den Maßeinheiten der Routine. Wenn sie unterschiedlich sind, rechnet PC-DMIS die Toleranzwerte des Entwurfs in die von der Routine verwendeten Einheiten um. Wenn im Entwurf die Maßeinheiten nicht eindeutig angegeben sind, geht PC-DMIS davon aus, dass die Toleranzen mit den Maßeinheiten der Routine übereinstimmen. PC-DMIS wendet die geparsten Standardtoleranzen auf alle Merkmale in der Zeichnung an, für die nicht bereits explizit Toleranzen definiert sind.

- Die OCR-Erkennung kann auch Merkmals-IDs unterstützen. Damit das funktioniert, müssen Sie das Kontrollkästchen **Benennung der Merkmals-ID verwenden** auf der Registerkarte **Allgemein** des Dialogfelds **Setup-Optionen** aktivieren, bevor Sie die OCR-Erkennung durchführen. Weitere Informationen zu diesem Kontrollkästchen finden Sie unter "Benennung der Merkmal-ID verwenden" im Kapitel "Voreinstellungen". Informationen zur OCR-Erkennung von Merkmals-IDs finden Sie unter "F<-Auswahlmodus (aus Datei) verwenden", wo das Thema Merkmals-IDs behandelt wird.

Nicht unterstützt Elemente

Die oben genannten OCR-Methoden unterstützen einige komplexe Elemente nicht. Dazu gehören Elemente wie eckige Klammern, erweiterte Zeichen, doppelköpfige Pfeile und so weiter.

FAQ

Frage: Was passiert, wenn meine Messroutine bereits einen Bezug mit der gleichen Etikette wie ein in der Zeichnung definierter Bezug besitzt?

Antwort: Wenn in Ihrer Messroutine bereits ein Bezug mit gleichem Namen existiert, fordert PC-DMIS Sie nicht auf, ein neues gleichnamiges Bezugselement anzulegen. Stattdessen verwendet PC-DMIS das vorhandene Bezugselement aus Ihrer Messroutine.

Frage: Muss ich OCR verwenden, um einen Bezug ganz von selbst zu erkennen?

Antwort: Da Bezüge immer für eine F<-Toleranz definiert werden, erkennt OCR sie nicht als separate F<-Hinweise. Sie müssen nur die F<-Toleranzen definieren und PC-DMIS fordert Sie auf, die Bezüge nach Bedarf auszuwählen.

Frage: Was passiert, wenn sich die Größenangabe unmittelbar über der F<-Toleranz befindet?


Antwort: PC-DMIS analysiert diese zusätzliche Zeile und ordnet die Daten der erstellten Geometrischen Toleranz zu.

Frage: Was passiert mit mehrzeiligen, nicht zusammengesetzten F<-Toleranzen?

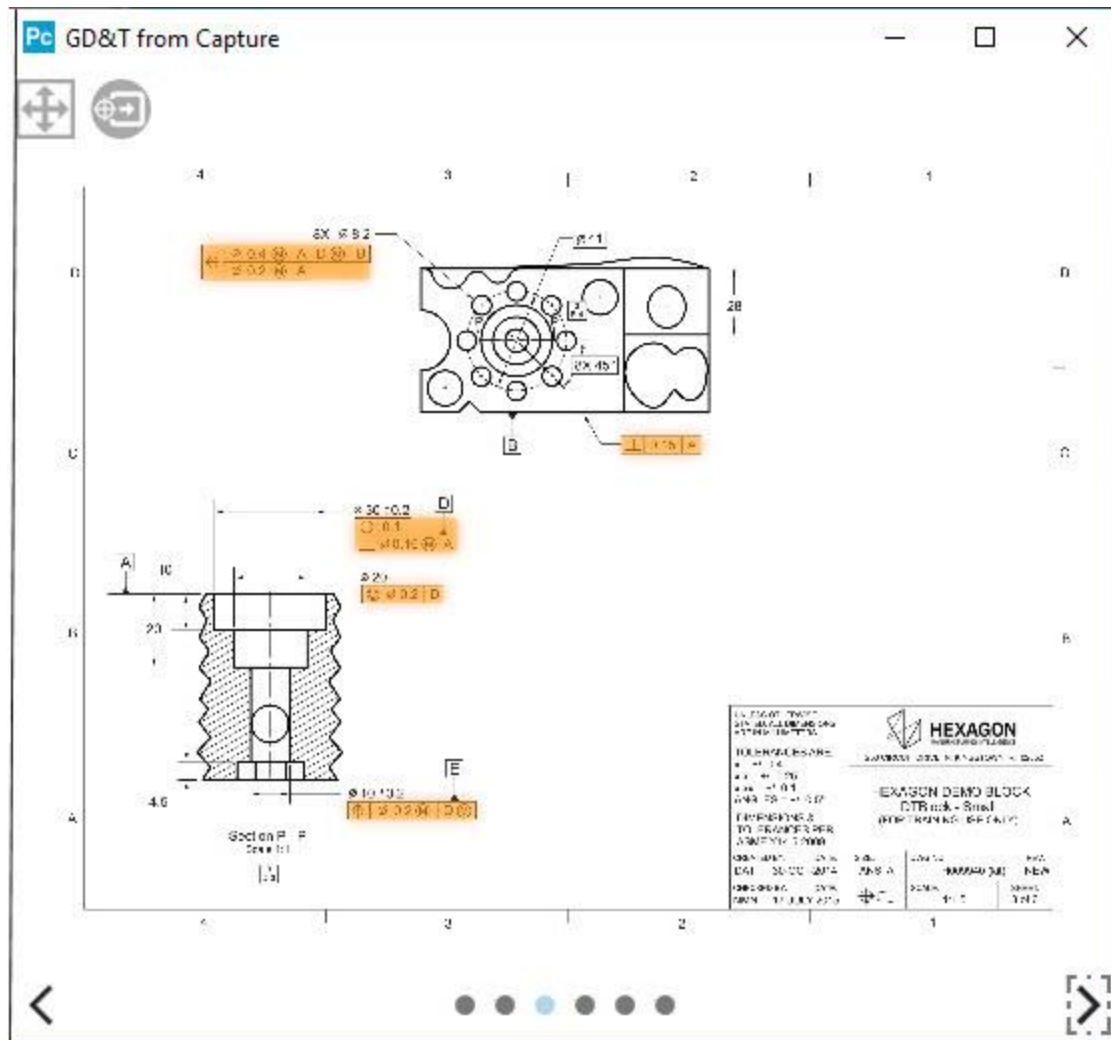
Antwort: PC-DMIS importiert diese als zwei separate Befehle für geometrische Toleranzen.

Fenster F< von Aufnahme

Wenn Sie ein Bild oder eine PDF-Datei, die F<-Toleranzinformationen enthält, mit

der Option **F<-Auswahlmodus (aus Datei)** () importieren, verwendet PC-DMIS die optische Zeichenerkennung (OCR), um die Datei zu verarbeiten.

PC-DMIS zeigt dann das Fenster **F< von Aufnahme** und die erkannten Toleranzen an:



Fenster F< von Aufnahme mit erkannten F<-Toleranzen in Orange

Die Größe und Position dieses Fensters kann verändert werden. Sie können auf die Titelleiste doppelklicken, um das Fenster zu maximieren oder auf die vorherige Größe zurückzusetzen. Das Bild auf jeder Seite der Datei passt sich dem Fenster an.

Bildschirmelemente



An Seite anpassen - Hiermit wird der Inhalt der aktuellen Seite an die Abmessungen des Fensters angepasst.



Ganze Seite verarbeiten - Dies verarbeitet alle orange hervorgehobenen F<-Toleranzen auf allen Seiten.

F<-Auswahlmodi verwenden, um TRs zu erstellen

Orange Markierung - Eine F<-Toleranz mit dieser Farbe bedeutet, dass sie durch OCR identifiziert wurde und in die Routine importiert werden kann.

Gelbe Markierung - Eine F<-Toleranz mit dieser Farbe bedeutet, dass es sich um die aktive Toleranz handelt und dass das OCR-Widget darauf wartet, dass Sie Maßnahmen ergreifen, um fortzufahren. Die Software erstellt im Grafikfenster ein temporäres F<-Etikett, und das OCR-Widget bietet einige kurze Anweisungen zum weiteren Vorgehen.

Grüne Markierung - Eine F<-Toleranz mit dieser Farbe ist verarbeitet worden, und eine entsprechende Geometrische Toleranz oder ein anderer ähnlicher Befehl existiert dafür in der Routine.

● ● ● ● ● ● - Die grauen Punkte am unteren Rand des Fensters zeigen die Gesamtseiten an. Der blaue Punkt zeigt an, welche Seite die aktuelle Seite ist.



- Mit den Schaltflächen am unteren Rand des Fensters können Sie zur nächsten und vorherigen Seite gehen.

Schwenken und Zoomen

Genau wie im Grafikfenster können Sie mit dem Mausrad die Zeichnung vergrößern und verkleinern. Sie können mit der rechten Maustaste ziehen, um die Zeichnung zu schwenken.

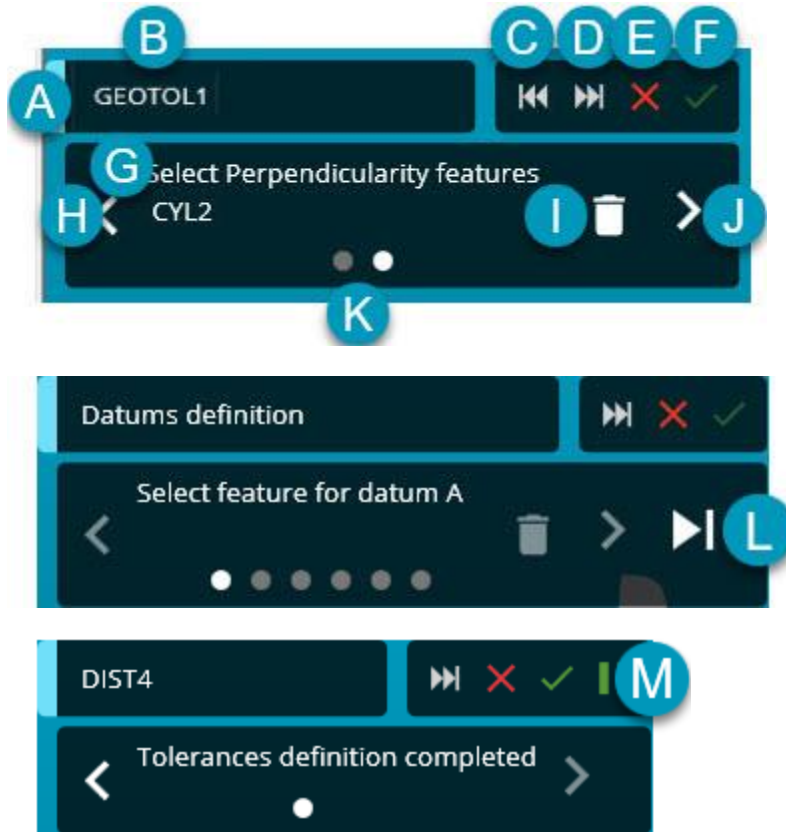
OCR-Widget

Mit diesem Widget importiert PC-DMIS F<-Toleranzen aus einer Zeichnung mit optischer Zeichenerkennung (OCR). Das Widget erscheint, wenn Sie **F<-**



Auswahlmodus (aus Datei) wählen (), und Sie dann eine oder mehrere F<-Toleranzen auswählen, die aus dem Fenster F< von Aufnahme importiert werden sollen.

Es gibt oft mehrere Schritte mit Anweisungen auf dem OCR-Widget für eine bestimmte F<-Toleranzdefinition. Beispielsweise müssen Sie oft zuerst ein Bezugselement (oder mehrere Bezugselemente) aus dem CAD-Modell auswählen und später das betrachtete Element (oder die Elemente) auswählen. Diese Anweisungen und Ihre Auswahl erfolgen in mehreren Schritten.

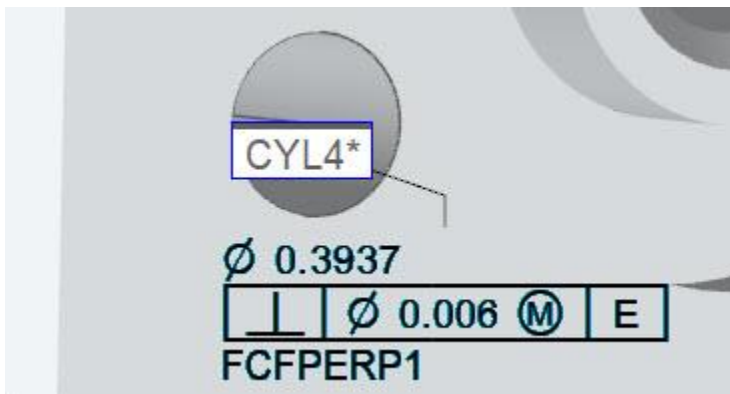


Beispiel für OCR-Widget für die markierte F<-Toleranz.


- A. Mit diesem Griff können Sie das Widget ziehen und neu positionieren.
- B. **Element** - Dieses Feld definiert den Namen der F<-Toleranz oder Schrittes.
- C. **Zurück** - Diese Schaltfläche erscheint nur, wenn es auf einer PDF-Seite oder einer Aufnahme mehrere Toleranzen gibt, und Sie eine oder mehrere davon mit der Schaltfläche **Überspringen** übersprungen haben. Wenn Sie dann auf **Zurück** klicken, kehrt die Software zu der übersprungenen Toleranz zurück und markiert sie in der [Auswahlvorschau](#).
- D. **Überspringen** - Diese Schaltfläche erscheint bei einem PDF-Import oder einer Aufnahme von mehr als einer F<-Toleranz. Standardmäßig definieren Sie für jede Toleranz zuerst die Bezüge (oder Bezugsziele). In diesem Fall überspringt diese Schaltfläche die aktuelle Bezugspunktdefinition (oder Bezugspunkt-Zieldefinition). Sobald Sie mit der Definition des Restes der F<-Toleranz fortfahren, überspringt diese Schaltfläche die markierte F<-Toleranz. Es markiert dann die nächste verfügbare F<-Toleranz auf einer PDF-Seite oder Aufnahme. Wenn für einen Dateiimport nur eine F<-Toleranz auf einer Seite vorhanden ist, fragt die Software, ob Sie zur nächsten Seite wechseln möchten. Wenn es keine PDF-Seiten mehr mit F<-Toleranzen gibt, fragt die Software, ob Sie den F<-Importprozess beenden möchten. Wenn Sie bei einer

importierten Datei zu einem übersprungenen Element auf einer vorherigen Seite zurückkehren müssen, müssen Sie den Dateiimport erneut starten.

- E. **Abbrechen** - Diese Schaltfläche bricht den OCR-Prozess ab und schließt das OCR-Widget sowie die **Auswahlvorschau**.
- F. **Übernehmen** - Diese Schaltfläche übernimmt die ausgewählten Bezugsziele oder -elemente für die F<-Toleranz und fährt mit dem nächsten Teil des Imports oder mit der nächsten Toleranz fort.
- G. Dieses Feld zeigt die Anweisungen für den aktuellen Schritt. Sie müssen QuickFeatures verwenden, um das angegebene Element im Grafikfenster auszuwählen.
- H. **Zurück** - Damit gehen Sie einen Schritt zurück.
- I. **Entfernen** - Dadurch wird das ausgewählte Element aus dem aktuellen Schritt entfernt.
- J. **Weiter** - Damit wird die Auswahl für den Schritt übernommen und zum nächsten Schritt in der Definition übergegangen. Die Software aktiviert diese Schaltfläche, sobald Sie die Mindestanzahl an Elementen definiert haben. Die temporäre Etiketle im Grafikfenster wird beim Durchlaufen der Definition aktualisiert:




Beispiel für temporäre Beschriftung.

- K. Diese Punkte zeigen die Anzahl der Schritte zur Definition einer oder mehrerer Bezüge oder einer F<-Toleranz. Der weiße Punkt kennzeichnet den aktuellen Schritt.
- L. **Aktuelle Elementdefinition überspringen** - Überspringt die aktuelle Bezugsdefinition.
- M. **Anhalten / Fortsetzen** - Die Schaltfläche **Anhalten** () wird nur angezeigt, wenn Sie diese Typen von Beschreibungen bearbeiten:
 - Bezugsziele
 - Lineare Abstandsmerkmale
 - Winkelabstandsmerkmale

Diese Elemente zu definieren, kann ein komplexer Prozess sein. Möglicherweise müssen Sie mit Ausrichtungen und abhängigen Elementen arbeiten oder andere Arbeiten in PC-DMIS durchführen. Die Schaltfläche **Anhalten** ist nützlich, weil sie den Importvorgang anhält, so dass Sie nahezu uneingeschränkten Zugriff auf PC-DMIS haben, um die Definition der Beschriftung abzuschließen.

Bei Bezugszielen aktiviert die Software diese Schaltfläche, sobald Sie alle verschiedenen Bezugszielpunkte definiert haben und das Widget "Bezugszieldefinition abgeschlossen" anzeigt.

Für die Abstandsmerkmale erscheint es, sobald Sie beide Elemente definiert haben, und das Widget zeigt "Toleranzdefinition abgeschlossen" an.

Wenn Sie die Definition des Callouts erfüllt haben, können Sie auf **Fortsetzen** () klicken, um den Importvorgang fortzusetzen.

Fehlerbehebung bei Fehlermeldungen und Warnungen

PC-DMIS hilft Ihnen bei der korrekten Erstellung Ihres geometrischen Toleranzbefehls, indem es viele Fehlermeldungen und Warnungen liefert. Diese Meldungen können Ihnen helfen, Probleme mit Ihrer Messroutine zu verstehen. Dieses Thema enthält zusätzliche Details zu vielen dieser Meldungen.

Meldung	Beschreibung	Lösung
Warnung: 2D-Primärbezug schränken die Orientierung nicht ein, so dass die Ansicht des Bezugspunktelementes als impliziter Primärbezug verwendet wird.	<p>Dies ist eine Warnmeldung und kein Fehler.</p> <p>Kreise, Linien und 2D-Breiten sind 2D-Elemente, die die Ausrichtung nicht ausreichend einschränken können. Sie werden nicht</p>	<p>Sie können die geometrischen Toleranzen mit dieser Warnmeldung normal weiter verwenden. Es wird jedoch empfohlen, stattdessen einen primären 3D-Bezug zu verwenden, z. B. eine Ebene, einen Zylinder, eine 3D-Breite oder eine Kugel.</p>

	<p>als primäre Bezüge empfohlen.</p> <p>Wenn Sie ein 2D-Element als primären Bezugspunkt verwenden, nivelliert PC-DMIS die Ansicht auf den primären Bezugspunkt. Mit anderen Worten: Die Ansicht wird zu einem impliziten primären Bezugspunkt und der angegebene primäre Bezugspunkt wird zu einem sekundären Bezugspunkt.</p> <p>Weitere Informationen finden Sie unter "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".</p>	
<p>Achtung: Dieser Typ von konstruiertem Punkt hat keine Flächeninformation. Daher wird er ähnlich wie der Mittelpunkt einer Kugel behandelt. Bitte gehen Sie vorsichtig vor, damit die Ergebnisse der Spezifikation entsprechen.</p>	<p>Dies ist eine Warnmeldung und kein Fehler.</p> <p>Diese Warnung ist unter diesen Bedingungen sichtbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn der abhängige Punkt als flächenloser 3D-Punkt behandelt wird. 	<p>Sie können die geometrischen Toleranzen mit dieser Warnmeldung normal weiter verwenden. In den meisten Fällen empfehlen wir jedoch, ein Element zu verwenden, das die Flächeninformationen beibehält. Auf diese Weise kann der Befehl Geometrische Toleranz die Einhaltung der geltenden Norm gewährleisten.</p>


	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn der Punkt als ein Bezug oder als berücksichtigtes Element verwendet wird. <p>Wie in "Strukturierung Ihrer Messroutine für geometrische Toleranzen" besprochen, empfehlen wir in den meisten Fällen nicht die Verwendung von Bezugskugeln oder flächenlosen 3D-Punkten ohne Flächendaten, da Sie die Phasen 2 und 3 des konzeptionellen Bewertungsprozesses übernehmen.</p> <p>Wenn Sie dies tun, liegt es in Ihrer Verantwortung, das Element gemäß den entsprechenden Standards zu konstruieren. Da der Punkt wie ein Kugelzentrum behandelt wird, kann es leicht zu unerwünschtem Verhalten kommen.</p> <p><i>(Weitere Informationen)</i></p> <p>Weitere Informationen zur Handhabung von</p>	
--	--	--

	<p>Bezugspunkten mit flächenlosen 3D-Punkten finden Sie unter Wie PC-DMIS Bezüge löst.</p> <p>Weitere Informationen zur Behandlung von berücksichtigten Elementen mit flächenlosen 3D-Punkten finden Sie unter Ableitung des tolerierten Elements.</p> <p>Weitere Informationen über den konzeptionellen Evaluationsprozess finden Sie unter "Einführung in geometrische Toleranzen und Toleranzrahmen".</p>	
<p>Achtung: Die Toleranzen für das gleichzeitige Profil einer Linie werden genauso behandelt wie das Profil einer Fläche.</p>	<p>Dies ist eine Warnmeldung und kein Fehler.</p> <p>Linienprofil-Toleranzen haben eine andere Bedeutung als Flächenprofil-Toleranzen, und es ist (streng genommen) nicht sinnvoll, gleichzeitig Linienprofil-Toleranzen zu berücksichtigen. Weitere Informationen finden Sie unter "Profil einer Linie".</p>	<p>Sie können die geometrischen Toleranzen mit dieser Warnmeldung normal weiter verwenden. In den meisten Fällen empfehlen wir jedoch Folgendes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn Querschnitte einzeln betrachtet werden, verwenden Sie die Spezifikationen eines Profil einer Linien. • Wenn mehrere Profiltoleranzen

	<p>PC-DMIS erlaubt es jedoch, Toleranzen für das Profil einer Linie in die Simultantoleranzen einzubeziehen. Dies geschieht dadurch, dass sie wie das Profil einer Fläche behandelt werden.</p>	<p>gleichzeitig berücksichtigt werden müssen, verwenden Sie das Profil einer Fläche.</p>
<p>Achtung: Der Modifikator [DF] existiert nicht in ISO 5459:2011. Der Modifikator [DF] (fester Abstand) fügt dem Bezug eine Lageeinschränkung hinzu. Kein [DF]-Modifikator entfernt die Lageeinschränkung.</p>	<p>Dies ist eine Warnmeldung und kein Fehler.</p> <p>Der Modifikator [DF] ist nicht standardisiert, wie in "Bezugsmodifikatoren" beschrieben. In bestimmten Arten von Bezugsrahmen ist er jedoch funktionell notwendig, und deshalb erlaubt PC-DMIS die Verwendung dieses nicht standardisierten Modifikators. Weitere Informationen über das Verhalten von [DF] finden Sie unter "Bezugsmodifikatoren".</p>	<p>Sie können die geometrischen Toleranzen mit dieser Warnmeldung normal weiter verwenden. In den meisten Fällen empfehlen wir Ihnen jedoch, wie folgt vorzugehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontaktieren Sie den Vertretern Ihres Landes in der ISO TC/213-Normenfamilie in Verbindung und teilen Sie ihnen mit, dass Sie die Standardisierung des Modifikators [DF] in ISO 5459 wünschen. • Überprüfen Sie, ob die mit dem Modifikator [DF] erreichte Funktionalität Ihren Anforderungen entspricht.
<p>Zusammengesetzte Positionstoleranz</p>	<p>Zusammengesetzte Positionsangaben sollen die Lage eines Musters zu</p>	<p>Wir empfehlen Ihnen, entweder:</p>

<p>Ausgaben erfordern mehr als ein Element.</p>	<p>sich selbst kontrollieren. Es macht keinen Sinn, die zusammengesetzte Position eines einzelnen Elements anzugeben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vergewissern Sie sich, dass Ihre zusammengesetzte Positionsspezifikation mindestens zwei Elemente enthält. • Ändern Sie Ihre zusammengesetzte Positionsspezifikation in zwei separate Positionsspezifikationen. • Oder Sie ersetzen das untere Segment der zusammengesetzten Positionsspezifikation durch eine Orientierungsspezifikation, da die unteren Segmente zusammengesetzter Positionsspezifikationen keine Ortsbeschränkungen in Bezug auf den Bezugsrahmen haben.
<p>Gleichzeitige Profile von Linientoleranzen ohne Bezugspunkte werden nicht unterstützt.</p>	<p>Wie in "Profil einer Linie" beschrieben, ist es (streng genommen) nicht sinnvoll, Toleranzen für das Profil einer Linie in gleichzeitige Toleranzbefehle</p>	<p>Wir empfehlen Ihnen, entweder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ändern Sie Ihre Spezifikationen für

	<p>aufzunehmen. Wenn es keine Bezugspunkte gibt, macht es noch weniger Sinn, weil es keine Bezugspunkte oder Arbeitsebenen gibt, die Sie auswählen können, um die Ausrichtung der Querschnitte zu steuern. Daher werden Spezifikationen für Profil einer Linie ohne Bezugspunkte in gleichzeitigen Toleranzbefehlen nicht unterstützt.</p>	<p>Profil einer Linie in ein Profil einer Fläche.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oder stellen Sie sicher, dass Ihre Spezifikationen für das Profil einer Linie nicht gleichzeitig berücksichtigt wird.
<p>Bezugselement <Elementname> ist 2D. Sie benötigt einen höherrangigen Bezug, um ihre Arbeitsebene einzuschränken.</p>	<p>Fall 1: Wie in "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet" besprochen, sind einige Elementtypen 2D, und ihre Arbeitsebene muss durch höherrangige Bezüge eingeschränkt werden.</p> <p>Fall 2: Manchmal tritt dieser Fehler auf, weil eine abhängige 3D-BENEUKOM-Linie als sekundärer Bezug verwendet wurde. Es kommt sehr häufig vor, dass der NENN-Linienvektor dieser Linien nicht parallel zur primären</p>	<p>Für Fall 1 sind die beiden häufigsten Lösungen für dieses Problem:</p> <p>(1) Messen des Bezugselements als 3D-Element und (2) Verwendung eines oder mehrerer Bezüge höherer Priorität, um die Arbeitsebene des Bezugselements einzuschränken.</p> <p>Ändern Sie für Fall 2 die abhängige 3D-BENEUKO-Linie in eine abhängige 2D-BENEUKO-Linie, so dass die nominale Arbeitsebene der</p>

	<p>Bezugsebene verläuft. Dies bedeutet, dass die nominale Arbeitsebene der Linie nicht parallel zur primären Bezugsebene ist und dass die primäre Bezugsebene die Arbeitsebene der sekundären Bezugslinie nicht einschränkt.</p>	<p>Linie parallel zur primären Bezugsebene liegt.</p>
		<div>  <p>Obwohl Sie bei Besteinpassungs- (BE) oder Besteinpassungs-Neukompensierungs(BENEUKO)-Erstellungen als Eingabeelemente einen beliebigen Elementtyp verwenden können, werden BE- und BENEUKO-Einpassungstypen normalerweise mit Punktelementen oder mit Punktmengen verwendet (einem Punktescan, einer Elementmenge mit Punkten oder einem Ausdruck, der in einen Array aus Punkten zerfällt).</p> <p>Für Details zur Verwendung der Methoden Besteinpassung und Besteinpassungs-Neukompensierung zur Konstruktion von Elementen siehe das Thema "Verständnis von Besteinpassung (BE)- und Besteinpassungs-Neukompensierung (BENEUKO)-Konstruktionen" in der Hauptdokumentation von PC-DMIS.</p> </div>
<p>Das Element <Elementname> hat zu</p>	<p>Dieser Fehler deutet darauf hin, dass das betrachtete Element nicht</p>	<p>Erhöhen Sie die Anzahl der gemessenen Punkte.</p>

<p>wenige Punkte, um eindeutig zu passen.</p>	<p>genügend Punkte für eine einzigartige angepasste Form hat. Beispielsweise kann PC-DMIS einen Zylinder mit nur vier Flächenpunkten nicht eindeutig anpassen.</p> <p>Elemente mit weniger als der absoluten Mindestpunktzahl führen zu diesem Fehler.</p> <p><i>(Weitere Informationen)</i></p> <p>Im Allgemeinen empfehlen wir Ihnen, Elemente so dicht wie möglich zu messen. Die absolute Mindestpunktzahl für jede Art von Element ist jedoch hier aufgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ebene: 3 Punkte • Flächenlinie: 2 Punkte • Flächenkreis: 3 Punktes • Zylinder: 5 Punkte • Kegel: 6 Punkte • Kugel: 4 Punkte • 3D-Breite: 4 Punkte • 2D-Breite: 3 Punkte 	
---	--	--

	<p>Bei Elementen mit der absoluten Mindestpunktzahl sind alle Abweichungen gleich Null (mit einigen Ausnahmen, die zu selten und komplex sind, um sie hier zu dokumentieren). Daher haben solche Elemente einen gemessenen Formfehler von Null.</p>	
<p>Bezug <Bezugsreferenz> hat zu wenige Punkte, um eindeutig zu passen.</p>	<p>Der häufigste Weg, diesen Fehler zu erhalten, ist, wenn die Flächenpunkte des Elements nicht so platziert sind, dass sie irgendwelche Freiheitsgrade einschränken.</p> <p><i>(Weitere Informationen)</i></p>	<p>Messen Sie das Bezugselement als vollständiges 3D-Element (Ebene, Zylinder, Kegel, Kugel, 3D-Breite usw.) statt als 2D- oder 1D-Element (Flächenlinie, Flächenkreis, 2D-Breite, Flächenpunkt, 1D-Breite).</p> <p>Falls dies nicht möglich ist, stellen Sie sicher, dass das Bezugselement und seine Flächenpunkte tatsächlich die erforderlichen Freiheitsgrade einschränken.</p>

	<div data-bbox="613 220 699 306" data-label="Image"> </div> <p>Angenommen, ein Bezugsrahmen hat eine primäre Bezugsebene mit der Flächennormalen Z-plus. Der sekundäre Bezug ist ein Zylinder mit dem Achsvektor Z-plus, und der tertiäre Bezug ist ein Flächenpunkt. Die Orientierung des tertiären Flächenpunktes bestimmt, ob dieser Fehler auftritt oder nicht. Wenn die Flächennormale des Punktes parallel zu dem Vektor zwischen dem Zylinder und dem Flächenpunkt liegt, erhalten Sie diesen Fehler, da der Punkt die Rotation um den Zylinder nicht einschränkt. Wenn die Flächennormale des Punktes jedoch in einer anderen Richtung liegt, erhalten Sie diesen Fehler nicht.</p> <p>Sie können diesen Fehler auch erhalten, wenn Ihr Bezugselement weniger als die absolute Mindestpunktzahl hat, aber das ist keine übliche Methode, um diesen Fehler zu erhalten.</p>	
<p>Freiform-Element(e) benötigen Punkte an mehr Stellen, um eindeutig zu passen.</p>	<p>Dieser Fehler tritt auf, wenn der geometrische Toleranzbefehl die Freiheitsgrade nicht</p>	<p>Sie können den Fehler auf diese Weise beheben:</p>

	<p>bestimmen kann, die für die betrachteten Freiformelemente in Abhängigkeit vom Bezugsreferenzrahmen optimiert werden können.</p> <p>Um die Befehlstypen der Elemente zu kennen, die als Freiform angesehen werden, siehe das Thema "Elementtypen mit und ohne Flächendaten" der Hauptdokumentation von PC-DMIS.</p> <p>Eine der Möglichkeiten, wie Sie diesen Fehler erhalten können, ist, dass Sie nicht genug von der gesamten Oberfläche gemessen haben, um dem geometrischen Toleranzbefehl zu helfen, die Oberfläche zu verstehen. Vielleicht haben Sie nur einen einzigen Punkt auf der Oberfläche oder nur einen Querschnitt gemessen.</p> <p>Eine andere Möglichkeit, wie Sie diesen Fehler bekommen können, ist, wenn die Nominalvektoren Ihrer gemessenen Punkte</p>	<ul style="list-style-type: none">• Entnehmen Sie mehr Stichproben von der Fläche. Wenn Sie zum Beispiel nur in einem Querschnitt gemessen haben, messen Sie in mehr als einem Querschnitt.• Achten Sie darauf, dass alle Nominalvektoren Ihrer Messpunkte exakt stimmen.• Wenn die Sollfläche nahezu symmetrisch ist, so dass die Freiheitsgrade unklar sind, begrenzen Sie die unsicheren Freiheitsgrade mit zusätzlichen Bezügen im Bezugsrahmen.• Wenn Sie keinen Bezug referenziert haben, stellen Sie sicher, dass die gewählte Arbeitsebene (unter der Registerkarte Protokollieren im Dialogfeld Geometrische Toleranz) mit der Arbeitsebene des betrachteten 2D-
--	--	--

	<p>nicht theoretisch korrekt sind. Zum Beispiel, wenn Sie eine Ebene messen, aber die nominalen Vektoren nicht genau planar sind. In diesem Fall bestimmt der geometrische Toleranzbefehl, dass die Oberfläche nicht ganz planar ist, aber er kann bestimmen, ob die Oberfläche zylindrisch, kugelförmig, konisch oder komplex ist.</p> <p>Eine dritte Möglichkeit, wie Sie diesen Fehler erhalten können, ist, wenn die Nennfläche in irgendeiner Weise fast symmetrisch ist, aber nicht ganz. Zum Beispiel ist sie vielleicht fast planar oder fast zylindrisch. In diesen Fällen kann der geometrische Toleranzbefehl die optimalen Freiheitsgrade nicht bestimmen.</p> <p>Schließlich kann dieser Fehler auch beim Profil einer Linie ohne Bezugspunkte auftreten,</p>	Elementes übereinstimmt.
--	--	--------------------------

	wenn Sie eine falsche Arbeitsebene auswählen.	
Freiform-Element(e) benötigen Punkte an mehr Stellen, um eindeutig zu passen.	<p>Dieser Fehler tritt auf, wenn der geometrische Toleranzbefehl die Freiheitsgrade nicht bestimmen kann, die für die betrachteten Freiformelemente in Abhängigkeit vom Bezugsrahmen optimiert werden können.</p> <p>Um die Befehlstypen der Elemente zu kennen, die als Freiform angesehen werden, siehe das Thema "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".</p> <p>Eine der Möglichkeiten, wie Sie diesen Fehler erhalten können, ist, dass Sie nicht genug von der gesamten Oberfläche gemessen haben, um dem geometrischen Toleranzbefehl zu helfen, die Oberfläche zu verstehen. Vielleicht haben Sie nur einen einzigen Punkt auf der Oberfläche oder nur einen Querschnitt gemessen.</p>	<p>Sie können den Fehler auf diese Weise beheben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entnehmen Sie mehr Stichproben von der Fläche. Wenn Sie zum Beispiel nur in einem Querschnitt gemessen haben, messen Sie in mehr als einem Querschnitt. • Achten Sie darauf, dass alle Nominalvektoren Ihrer Messpunkte exakt stimmen. • Wenn die Sollfläche nahezu symmetrisch ist, so dass die Freiheitsgrade unklar sind, begrenzen Sie die unsicheren Freiheitsgrade mit zusätzlichen Bezügen im Bezugsrahmen.

	<p>Eine andere Möglichkeit, wie Sie diesen Fehler bekommen können, ist, wenn die Nominalvektoren Ihrer gemessenen Punkte nicht theoretisch korrekt sind. Zum Beispiel, wenn Sie eine Ebene messen, aber die nominalen Vektoren nicht genau planar sind. In diesem Fall denkt der geometrische Toleranzbefehl, dass die Oberfläche nicht ganz planar ist, aber er kann nicht sagen, ob die Oberfläche zylindrisch, kugelförmig, konisch oder komplex ist.</p> <p>Eine dritte Möglichkeit, wie Sie diesen Fehler erhalten können, ist, wenn die Nennfläche in irgendeiner Weise fast symmetrisch ist, aber nicht ganz. Zum Beispiel ist sie vielleicht fast planar oder fast zylindrisch. In diesen Fällen kann der geometrische Toleranzbefehl die optimalen Freiheitsgrade nicht bestimmen.</p>	
--	---	--

Für die Toleranzen von Profilen einer Linie muss deren Arbeitsebene durch den Bezugsreferenzrahmen definiert sein.	Die Toleranzen eines Linienprofils haben 2D betrachtete Elemente. Ihre Arbeitsebene muss durch den Bezugsrahmen eingeschränkt werden.	<p><i>Wenn Sie einen oder mehrere Bezüge referenziert haben</i>, stellen Sie sicher, dass der Bezugsrahmen des Bezugs die Arbeitsebene der betrachteten 2D-Elemente einschränkt.</p> <p><i>Wenn Sie keinen Bezug referenziert haben</i>, stellen Sie sicher, dass die gewählte Arbeitsebene (unter der Registerkarte Protokollieren im Dialogfeld) mit der Arbeitsebene der betrachteten 2D-Elemente übereinstimmt.</p>
Diese Toleranz erfordert, dass die Daten in kreisförmigen Querschnitten gemessen werden.	Einige Toleranzen, wie z. B. die Rundheit eines Zylinders oder die lokale Größeninterpretation KREISFÖRMIGE_ELEMENTE, erfordern, dass ihre Daten in kreisförmigen Querschnitten gemessen werden.	<p>Messen Sie das betrachtete Element neu, so dass die Daten kreisförmig angeordnet sind.</p> <p>Vielleicht finden Sie eine Messstrategie hilfreich, aber Sie müssen sie nicht unbedingt anwenden.</p>
Diese lokale Größentoleranz erfordert, dass die Daten in kreisförmigen Querschnitten gemessen werden. Um dies zu beheben, messen Sie entweder	Bei der Positionsmeldung erfordern die Ausrichtung und der Rundlauf einiger lokaler Größentoleranzen (wie ASME CIRCULAR_ELEMENTS), dass Sie die Daten in	Deaktivieren Sie die lokale Größe (falls nicht erforderlich) oder messen Sie das betrachtete Element neu, so dass die Daten in kreisförmigen Querschnitten angeordnet sind.

das Feature mit kreisförmigen Querschnitten oder deaktivieren Sie die lokale Größe auf der Registerkarte Protokoll.	kreisförmigen Querschnitten messen.	
Die Toleranz benötigt mindestens einen Bezug.	Mehrere Toleranzen, wie z. B. die Rechtwinkligkeit, erfordern mindestens einen Bezug.	Fügen Sie der Toleranz einen primären Bezugs hinzu.
Ein Mehrelement-Bezug kann keine Elemente mit Flächendaten und Elemente ohne Flächendaten mischen.	Mehrelement-Bezüge umfassen Bezugsmuster und gemeinsame Bezüge. Sie alle müssen entweder Flächendaten haben oder allen fehlen Flächendaten. Informationen über Befehlstypen der Elemente mit und ohne Flächendaten finden Sie unter "Elementtypen mit und ohne Flächendaten".	Wählen Sie Bezüge, die alle Flächendaten haben, oder wählen Sie Bezüge, die keine Flächendaten haben.
Die Ausrichtung der Elemente muss mit ihren polaren Toleranzzonen kompatibel sein.	Die polaren Toleranzbereiche umfassen Toleranzbereiche für radiale Bögen und Toleranzbereiche senkrecht zur Radialebene. Die betrachteten Elemente müssen nominell parallel zur Polarachse sein, die	Stellen Sie sicher, dass alle von Ihnen betrachteten Elemente nominell parallel zur Polarachse sind, oder hören Sie auf, polare Toleranzbereiche zu verwenden.

	durch den Bezug auf den Bezugsrahmen definiert ist.	
Elemente mit polaren Toleranzzonen dürfen sich nicht im polaren Ursprung zentrieren.	Die polaren Toleranzbereiche umfassen Toleranzbereiche für radiale Bögen und Toleranzbereiche senkrecht zur Radialebene.	Die betrachteten Elemente dürfen nicht coaxial zur Polarachse liegen. Wenn Sie ein betrachtetes Element, das sich coaxial zur Bezugsachse befindet, müssen Sie normalerweise einen diametralen Toleranzbereich anstelle eines polaren Toleranzbereiches verwenden.
Der Bezugsreferenzrahmen muss einen eindeutigen polaren Ursprung definieren.	Die polaren Toleranzbereiche umfassen Toleranzbereiche für radiale Bögen und Toleranzbereiche senkrecht zur Radialebene. Sie sind nur dann sinnvoll, wenn der Bezugsrahmen des Bezugssystems eine klare Polarachse definiert.	Stellen Sie sicher, dass der Bezugsrahmen eine klare Polarachse definiert.
Mehrelement-Bezüge in RMB müssen Oberflächendaten besitzen.	Mehrelement-Bezüge umfassen Bezugsmuster und gemeinsame Bezüge. Wenn das Mehrelement-Bezug keinen Materialmodifikator hat,	Messen Sie die Bezüge der Bezüge neu, so dass sie Flächendaten haben.

	dann müssen die Bezugselemente Flächendaten haben.	
Bei Rechtwinkligkeitstoleranzen müssen die nominell betrachteten Elemente senkrecht zum primären nominellen Bezug stehen.	Die häufigste Ursache für diesen Fehler sind falsche NENN-Werte in den betrachteten Elementen und/oder Bezügen.	Stellen Sie sicher, dass die betrachteten Elemente nominell senkrecht zum primären Bezug stehen.
Bei Parallelitätstoleranzen müssen die berücksichtigten nominalen Elemente parallel zum primären nominalen Bezug sein.	Die häufigste Ursache für diesen Fehler sind falsche NENN-Werte in den betrachteten Elementen und/oder Bezügen.	Stellen Sie sicher, dass die betrachteten Elemente nominell parallel zum primären Bezug sind.
Die Ausrichtung eines planaren Toleranzbereichs muss durch den Bezugsreferenzrahmen vollständig definiert sein.	<p>Sie erhalten diesen Fehler bei planaren Toleranzbereichen auf axialen Elementen wie Zylindern, Kegeln und Kreisen.</p> <p>Insbesondere dann, wenn der Bezugsrahmen die Orientierung des Toleranzbereiches nicht einschränkt, ist der Istwert nicht gut definiert.</p>	<p>Sie können den Fehler auf diese Weise beheben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stellen Sie sicher, dass der Bezugsrahmen die Ausrichtung des Toleranzbereichs vollständig einschränkt. • Verwenden Sie einen diametrale Toleranzbereich.

<p>Diese Simultantoleranzen müssen den Berechnungstyp STANDARD-Toleranzzone verwenden.</p>	<p>Sie erhalten diesen Fehler, wenn alle diese Bedingungen erfüllt sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie haben mehrere Profiltoleranzen. • Zu einem simultanen Toleranzbefehl gehören keine Bezüge. • Die Profiltoleranzen haben unterschiedliche Berechnungstypen für die Toleranzbereiche. 	<p>Setzen Sie alle Berechnungstypen für Profiltoleranzbereiche auf STANDARD.</p>
<p>Bezüge in RMB ohne Oberflächendaten, die auf Bezüge in MMB oder LMB folgen, werden nicht unterstützt.</p>	<p>Der geometrische Toleranzbefehl ermöglicht es, dass Bezüge ohne Materialmodifikator Bezügen folgen, die einen Materialmodifikator haben. Der Bezüge ohne Materialmodifikator müssen jedoch Flächendaten haben.</p>	<p>Messen Sie die Bezüge mit niedrigerer Präzedenz neu, so dass sie Flächendaten enthalten.</p>
<p>Wenn eine Toleranz mehr als ein betrachtetes Element angibt, müssen alle Elemente musterkompatibel sein. Das heißt, sie müssen</p>	<p>Wenn es mehrere betrachtete Elemente gibt, müssen sie identisch sein, außer dass sie unterschiedliche Standorte und Ausrichtungen haben. So</p>	<p>Verwenden Sie separate geometrische Toleranzbefehle für Elemente, die nicht identisch sind. Falls erforderlich, verwenden Sie einen simultanen Toleranzbefehl,</p>

dieselbe Art von Form, dasselbe Nennmaß und dasselbe Innen-/Außenmaß haben.	müssen z. B. alle Zylinder innen oder außen sein, und sie müssen alle die gleiche Nennweite haben.	um alle Elemente gleichzeitig zu betrachten.
Element wird zweimal in grundlegend unterschiedlicher Weise verwendet, wobei die Nennform (oder deren Fehlen) in den beiden Kontexten unterschiedlich betrachtet werden muss.	<p>Dies ist ein sehr ungewöhnlicher Fehler. Der häufigste Weg, diesen Fehler zu erhalten, ist die gleichzeitige Position und das Profil eines Lochs, einer Kerbe oder einer Ellipse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Position behandelt das Element als einen Kreis ohne Flächendaten. • Profil behandelt das Element als Freiformelement mit Flächendaten. <p>Der Fehler tritt auf, weil die Simultantoleranz das gleiche Element auf zwei verschiedene Arten gleichzeitig behandeln muss.</p>	<p>Sie können den Fehler auf diese Weise beheben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden Sie nur das Profil und nicht die Position, um die Position des Lochs zu steuern. • Erstellen Sie einen Kreis mit Schwerpunkt oder einen allgemeinen Kreis aus Ihrem Loch, Kerbe oder Ellipse und positionieren Sie den Kreis mit Schwerpunkt gleichzeitig mit dem Profil des Lochs.
Simultantoleranzen müssen identische Bezugsreferenzrahmen haben.	Dieser Fehler tritt auf, wenn geometrische Toleranzen in Ihrer Simultantoleranz unterschiedliche Bezugsrahmen haben; oder die Bezüge in diesen	Stellen Sie sicher, dass alle geometrischen Toleranzen in Ihrem simultanen Toleranzbefehl identische Bezugsrahmen besitzen. Die Bezüge müssen die gleichen sein, in der gleichen

	Toleranzen nicht identisch sind, nicht in Ordnung sind oder unterschiedliche Modifikatoren verwenden.	Reihenfolge, mit den gleichen Modifikatoren.
Simultantoleranzen müssen Positions- oder Profiltoleranzen sein.	Sie erhalten diesen Fehler, wenn Sie nicht die richtigen geometrischen Toleranzen für die Simultantoleranz verwenden.	Stellen Sie sicher, dass alle geometrischen Toleranzen in Ihrem simultanen Toleranzbefehl entweder Positions- oder Profiltoleranzen sind.
Bezugsfehler für mehrere Elemente. Dieser Fehler kann durch falsche Nominale (X-, Y-, Z- oder I-, J-, K-Vektoren) oder eine nicht unterstützte Kombination von Elementen entstehen.	Sie erhalten diesen Fehler, wenn Sie versuchen, eine nicht unterstützte Kombination von Elementen als allgemeinen Bezug zu verwenden.	Überprüfen Sie die Tabelle der unterstützten Elementkombinationen und die allgemeinen Richtlinien für allgemeine Bezüge. Überprüfen Sie auch die Elementnennwerte für den betreffenden Mehrelementbezug und nehmen Sie gegebenenfalls Korrekturen vor.
Spezifikation erfordert eine vollständig eingeschränkte Toleranzzone.	Einige Toleranzen, wie z. B. Symmetrie und Konzentrität, erfordern, dass der Toleranzbereich vollständig durch den Bezugsrahmen eingeschränkt wird.	Stellen Sie sicher, dass der Bezugsrahmen den Toleranzbereich vollständig einschränkt.
Übersetzungsmodifikator ist ungültig, da der Bezug keine Freiheitsgrade der Übersetzung besitzt,	Es gibt viele Umstände, in denen der geometrische Toleranzbefehl es Ihnen erlaubt, einen Übersetzungsmodifikator	Entfernen Sie den Übersetzungsmodifikator aus dem Bezug.

die freigeschaltet werden könnten.	auf einen Bezug zu setzen, in denen er keinen Sinn macht.	
Bezug ist ungültig, weil er keine Freiheitsgrade einschränkt.	Wenn Ihr sekundärer oder tertiärer Bezug keine Freiheitsgrade einschränkt, tritt dieser Fehler auf. Höchstwahrscheinlich bedeutet dies entweder (a) dass Ihr Ausdruck falsch ist, oder (b) dass ein Fehler in Ihrer Messroutine vorliegt.	Wenn dieser Fehler bei einer neuen geometrischen Toleranz auftritt, überprüfen Sie Ihren Ausdruck und Ihre Toleranztypen für Elemente. Achten Sie besonders auf Besteinpassungs-Linien, wie unter Elementtypen mit und ohne Flächendaten besprochen.
Rundlauf toleranzen erfordern Elemente, die konzentrisch zum Bezugsreferenzrahmen sind.		Stellen Sie sicher, dass alle betrachteten Elemente nominell konzentrisch mit dem Bezugsrahmen sind.
Zu viele Punkte für diese Art der Berechnung.	Dieser Fehler tritt auf, wenn ein Berechnungsoption STANDARD mit zu vielen Punkten verwendet wird. Er kann aufgrund der Berechnungsoption für Elemente, Bezüge oder Toleranzbereiche auftreten. Der Grenzwert dafür, wie viele Punkte "zu viele" sind, beträgt mehrere zehntausend Punkte.	Sie können den Fehler auf diese Weise beheben: <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden Sie nur ein paar tausend Punkte. • Verwenden Sie die Berechnungsoption LSQ.

Fehlerbehebung bei Fehlermeldungen und Warnungen

Konzentritätstoleranzen erfordern Eingabeelemente, die mit dem Bezugsreferenzrahmen konzentrisch sind.		Stellen Sie sicher, dass alle betrachteten Elemente nominell konzentrisch mit dem Bezugsrahmen sind.
Symmetrietoleranzen erfordern Eingabeelemente, die mit dem Bezugsreferenzrahmen symmetrisch sind.		Stellen Sie sicher, dass alle betrachteten Elemente nominell symmetrisch mit dem Bezugsrahmen sind.
Ungültiger Umfang pro Einheit.		Stellen Sie sicher, dass die Länge und/oder Breite pro Einheit korrekt ist.
Die Punktdichte ist für die Toleranz pro Einheit nicht ausreichend.		Messen Sie das betrachtete Element mit erhöhter Punktdichte neu.
Die Bezugsanpassung ist ungültig.	Der geometrische Toleranzbefehl erlaubt benutzerdefinierte ASME-Bezugsrahmen. Dieser Fehler tritt auf, wenn die Anpassung mathematisch nicht sinnvoll ist. Es kommt sehr häufig vor, dass bei benutzerdefinierten Bezugsrahmen Fehler gemacht werden, und das kann zu diesem Fehler führen.	<p>Sie können den Fehler auf diese Weise beheben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hören Sie auf, Bezüge anzupassen. • Stellen Sie sicher, dass die Anpassung für jeden Bezug im Bezugsrahmen zu einer eindeutigen und vollständig definierten Invariante führt.

<p>Kreise, die zur Berechnung der extrahierten Mittellinie verwendet werden, müssen mindestens 90 Bogengrad umfassen.</p>	<p>Wie in "Ableitung des tolerierten Elements" besprochen, verwenden mehrere geometrische ISO-Toleranzen die extrahierte Mittellinie als das tolerierte Element. Alle kreisförmigen Querschnitte müssen mindestens einen Bogenwinkel von 90 Grad aufweisen.</p> <p>Dieser Fehler kann auch bei der Geradheit einer Achse (entweder ASME oder ISO) auftreten. Wie im Thema "Geradheit" besprochen, erfordert die Geradheit einer Achse, dass Sie die Flächendaten in kreisförmigen Querschnitten messen. Wenn einer der Querschnitte einen Bogen von weniger als 90 Grad aufweist, zeigt PC-DMIS diese Fehlermeldung an.</p>	<p>Stellen Sie sicher, dass jeder kreisförmige Querschnitt in dem von Ihnen betrachteten Element mindestens einen Bogen von 90 Grad enthält.</p>
<p>Wenn eine Probenebene verwendet wird, muss sie nominell orthogonal zu dem betrachteten Element sein.</p>		<p>Stellen Sie sicher, dass die Stützebene des Elements nominell senkrecht zur Achse des betrachteten Elements steht. Informationen darüber, wie die Stützebene definiert wird,</p>

		finden Sie unter "Ableitung des tolerierten Elements".
Das Element <Elementname> und seine untergeordneten Elemente sind nicht synchronisiert. Bitte führen Sie sie erneut aus, um sie erneut zu synchronisieren.	Wenn Sie die Messstrategie eines Elements ändern, oder wenn Sie die Anzahl der Zeilen in der Messstrategie ändern, kann das Element aus der Synchronisation mit seinen untergeordneten Elementen geraten, bis das Element ausgeführt wurde.	Führen Sie das Element aus.
Segment <Segmentnummer> enthält einen ungültigen Bezugsreferenzrahmen für das untere Segment einer zusammengesetzten Toleranz.	Wie in "Position", "Profil einer Linie" und "Profil einer Fläche" erörtert, gelten für die unteren Segmente der zusammengesetzten Toleranzen strenge Regeln für ihren Bezugsrahmen.	Stellen Sie sicher, dass alle Bezüge der unteren Segmente den Regeln entsprechen.
Bei MMB/LMB referenzierte Bezugspunkte müssen zuvor bei MMC/LMC auf ihre höheren Bezugspunkte toleriert worden sein. Wird keine derartige Toleranz festgestellt, gilt für MMC/LMC der Wert Null.	Dies ist eine Warnung, die Sie darauf hinweist, dass Sie die entsprechenden geometrischen Toleranzbefehle für alle Bezugselemente mit einem Materialbedingungsmodifikator bereits erstellt haben sollten. Wenn Sie die entsprechenden geometrischen Toleranzen für den	Sie können die geometrischen Toleranzen mit dieser Warnmeldung normal weiter verwenden. Sie sollten jedoch die Zeichnung überprüfen und sicherstellen, dass Ihre Routine bereits alle geometrischen Toleranzen in Bezug auf die Bezugselemente enthält. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt

	<p>referenzierten Bezugspunkt nicht mit einem Materialbedingungsmodifikator erstellt haben, verwendet PC-DMIS eine geometrische Toleranz von 0,0 MMC, um den MMB/LMB-Wert (Größte/Kleinste Materialgrenze) zu bestimmen.</p>	<p>"Bezugsreferenzmeldungen" des Themas "Wie PC-DMIS Bezüge löst und verwendet".</p>
<p>Berechnung der Geometrischen Toleranz gescheitert.</p>	<p>Dies deutet auf ein internes Problem bei der Berechnung hin.</p> <p>Bitte stellen Sie eine Anfrage zur Eröffnung eines Support-Tickets beim Technischen Support von Hexagon (support.hexagonmi.com).</p>	<p>Geben Sie bei Ihrer Ticketanfrage die folgenden Informationen an:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schritte zum Duplizieren der Fehlermeldung • Ihre Messroutine (.prg-Datei) • Ihr CAD-Modell (.cad-Datei) • Legen Sie eine Kopie der Zeichnung und der Aufforderung vor, die Sie überprüfen möchten. • Alle verwendeten Tasterdateien (.prb-Dateien) • Die Debug-Datei